

年

卷

第

7

第

3-4

期

中華民國二十五年十月十三日

E19

✓

Vol. 7. No. 3,4

August 1936

# JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING CHINA

Please  
Exchange  
請 交 換

# 電 工

中國  
電機  
工程師  
學會  
合作  
會刊  
物

第七卷 第三四號  
民國二十五年八月

Published bimonthly by  
The Chinese Institute of Electrical Engineers



中國電機工程師  
學 會

民國二十三年十月十四日  
成 立

Journal of  
電 工 Electrical Engineering, 第七卷  
China  
(Founded May, 1930) 第三四期  
Vol. VII. No. III, IV  
十九年  
五月創刊

目 錄

會 長 張廷金  
秘書董事 張惠康  
會計董事 裘維裕  
  
董 事  
張廷金 潘銘新  
恽震 徐學禹  
胡瑞祥 陳良輔  
莊仲文 包可永

出版委員會

委員長 趙曾珏  
委 員  
顧毓琇 鍾兆琳  
徐學禹 李法端  
周玉坤 金龍章  
楊耀德 王國松

定書辦法 本刊每  
兩月出一期,全年六  
期,訂閱全年大洋一  
元五角,零售每冊大  
洋三角。  
郵費 國內每冊五  
分  
國外每冊二  
角半

Public Regulation of the Private Electric Utilities in china Electric Utility Regulation Board, National Construction Commission, Nanking.255 Electric Network Parametric Transforms- Examples Y. W. Lee (李郁榮) S. H. Chang (張思侯)	269
Notes on the Kron Theory of Tensors in Electrical Machinery Norbert Wiener	277
評關司道夫所著直流電機 章名濤	292
試製感應電動機之經過 章名濤 范崇武	305
施行標準及規定型式 徐學禹	332
電氣售價之我見 朱承業	338
供電線路與電信線路間之干擾問題 陳澤鳳	346
中國之電氣事業 全國電氣事業指導委員會	360
二十四年份全國電氣事業擴充改進 之概況 同上	383
廣西電力廠八步分廠工程進展概略 皮鍊	395
全國電氣事業統計(廿五年一月至 五月) 建設委員會	397
國際電工技術委員會章程	398
電工珍聞	402
會務報告	415



PUBLIC REGULATION  
OF PRIVATE ELECTRIC UTILITIES \*⊕  
IN CHINA

Electric Utility Regulation Board  
National Construction Commission, Nanking

I. NATIONAL POLICY

The national policy of the Chinese National Government in dealing with public utilities of monopolistic character favors public development and public operation, as is manifested in the Draft of Constitution recently promulgated. Electric utility, being one of such utilities, should, therefore, in principle, be operated by public agencies. The fact is, however, that, at the present time, the overwhelming majority of electric utilities in China are owned by private interests and that sufficient public funds are for the moment not available to permit immediate development of electric power industry by government authorities. Hence under the circumstances, the Chinese Government under-

---

\* 提出第三屆世界動力會議之論文

⊕ 電工論文分類 E006.5

takes to promote the development of private electric utilities but at the same time safeguards the public against their short comings through the exercise of adequate regulation, while engaging itself in the establishing of a few electric plants of comparatively larger scale under public management to serve as model undertakings.

## II. HISTORY OF REGULATION

The first electric utility in China dates as far back as in 1882, in which year the Shanghai Electric Company was organized by foreign shareholders in the foreign settlements at Shanghai. The first Chineseowned electric utility was established in 1903 at Chingkiang. In the early period no definite government policy over such enterprises was formed, and no public regulation was exercised. In 1918, seven years after the establishment of the Republican Government, the first regulatory law, namely "The Electric Utility Regulation Law" was promulgated by the former Peking Government, vesting the supreme authority over the electric utilities with the Ministry of Communications. In 1927, upon the establishment of the National Government at Nanking, a law essentially similar to and bearing the same title as the above-mentioned one was promulgated, the Ministry of Communications still retaining the power to control the electric utilities. These two laws were far from being adequate and were never seriously enforced. It was not until 1928 that, as a definite step towards the regulation of electric utilities, the National Government formed the National Construction Commission, which was to take over the supreme authority over the electric utilities from the Ministry of Communications. Since then this Commission has from time to time drafted and promulgated various new regulatory laws and rules through legislative channels, revised them as soon as it was found necessary and made every effort to bring about their enforcement. As a result we have today probably more vigorous and effective regulation of electric utilities than of any other kind of utilities.

## III. EXISTING REGULATORY LAWS

In connection with regulation of electric utilities there are quite a number of laws, regulations and orders. Among them three principal laws and rules may be mentioned in the following:

The privately-Owned Public utility Regulation Law This is the basic legislation for all privately-owned public utilities in China. Since in China there is a strong tendency of public ownership and operation of public utilities and electric utility is the only kind in which private ownership prevails, this Law effects the electric utility development more than any other kind of utilities. It was first promulgated in 1929 by the National Government, then successively revised in 1931 and 1933. In its present form it contains twenty-four articles.

Electric utility Law Since electric utilities are in certain respects quite different from other utilities, the Chinese Government considered it necessary to provide a separate law to supplement the general law just mentioned. Consequently the Electric Utility Law was promulgated by the National Government in 1930. It was later revised in 1934 and contains in the present form fifteen articles. In this Law the National Construction Commission was designated to be the central authority for the control of electric utilities. Publicly-owned electric utilities which are not within the scope of the former Law are also subject to the Electric Utility Law.

Service Code for Electric Utilities Based on the principles set forth in the two Laws just mentioned, the National Construction Commission prepared and published in 1931 and later revised in 1934 a set of rather elaborate service regulations mostly in the interests of safe, adequate and efficient service to the public. Since not all utilities alike can be expected to maintain the same service standards, the electric utilities are graded into four classes according to the aggregate generating capacity, and differentiation to certain extent in some of the requirements is allowed for different classes. The four classes are: Class I, over 10,000 KW; Class II, 1,001-10,000 KW; Class III, 101-1000 KW; Class IV, under 100 KW.

#### IV. SYSTEM OF REGULATION ADOPTED

There are in general two ways in which the public, through the government, may exercise control over the utilities, namely, by franchise agreement between the government and the utility and by regulation according to the legislative laws. In the former case the obligations and privileges of the utility are clearly stated in the agreement and the utility is subject only to the terms contained therein. This method is in general not satisfactory, since it is generally difficult to draft an agreement applicable for a long period of years and in case of dispute between the government and the utility, the government, being one of the contracting parties, may not be in good position to take effective steps for the protection of the public interests. In the case of legislative regulation, however, the laws may be revised from time to time by proper procedures so as always to meet the requirements of the day. The present practice in China follows primarily the latter method. The licence, which is granted the utility and in which the term of franchise and the extent of the franchise area are clearly stated, is to some extent equivalent to and consequently offers the same security as a franchise agreement. There are those who favor the practice of franchise agreement in preference to the present method of regulation, on the ground that the existing laws may be changed in the future and political pressure may then be applied to the disadvantage of the utility. Such apprehension seems to be baseless, since no laws of a country would be fundamentally affected by revision, unless the form of government is fundamentally changed. At present there are only a few private electric utilities which have concluded franchise agreements with the local governments. Even in these exceptional cases they are still subject to the general regulation of the central authority as is common with all other electric utilities.

Under the present system of regulation, all private electric utilities are subject to two-fold government regulation. The local governments, such as the provincial governments, the municipal governments, and the Hsien (districts) form the local regulating authority, while the National Construction Commission forms the central regulating authority and has the supreme pow-



er on all regulation affairs. The local authority, because of more intimate contact with the local utility, exercises direct supervision, subject however in the case of important matters, such as granting of franchise, attribution of business areas, approval or revision of rate-schedule, application of penalties, etc. to the final approval of the central authority. Of course, the opinions of the local authority regarding such matters always receive serious consideration of the central authority in making its final decisions. The adoption of this system of centralized control has for its main reasons the following.

1. The activities of electric utilities of today are no more confined to the boundaries of a town or city, as was the case in former days. In fact, it is becoming common for large electric utilities to own properties and to conduct business in several Hsien or even in more than one province. If the supreme regulatory power were conceded to the local authorities, inconsistency and conflict would be liable to result. Moreover, the utility might take advantage of this uncoordinated control to act against the interests of the public.

2. At present the budgets of the local governments are generally so tight that they can hardly afford to employ a staff of technical and accounting experts to deal effectively with such a complicated problem as utility regulation. It is, therefore, imperative that the central authority with its more complete organizations should be assigned with greater responsibilities, while the local authorities simply assist in the execution of orders.

## V. SCOPE OF REGULATION

The scope of regulation of electric utilities in China is outlined below:

### 1. FRANCHISE AND LICENSE

Before any electric utility is permitted to conduct its business, franchise as certified by an official license must be obtained from the National Construction Commission. The application for the license must be submitted through

the local authority, which, in forwarding, supplements it with a statement giving its opinions on the applicant. Both the private and the publicly-owned electric utilities are required to apply for such a license. Accompanying the license is an official map giving the territory within which the business is to be strictly confined. Any extension of the territory must go through the same procedure.

## 2. TERM OF FRANCHISE

The term of franchise is thirty years. At the expiration of the franchise period the central or local government may, upon previous notice, take over the enterprise by paying proper compensation. This compensation is to be determined by valuation, either by the "reproduction method" or by the "present value method". Should the government decline to take over the enterprise, the term of franchise may be extended for ten years at a time.

## 3. RATE SCHEDULE

The complete rate-schedules as well as service rules of the electric utility must be subject to the approval of the National Construction Commission. Usually the electric utilities themselves prepare the tentative schedules and submit them through the local authority to the Commission for approval. The local authority, on forwarding them, presents its opinions as to whether the suggested rates are exorbitant or reasonable for the consideration of the Commission. Sometimes the Commission, upon the petition of the local government or the customers or upon its own motion, carries out investigations on the rates and makes due adjustments to the justice of both the utility and the customers. In either case the Commission makes the final decision by carefully studying the financial and business conditions of the utility in question and the commercial and industrial conditions of the territory served and by comparing the suggested rates with similar rates charged by other similar electric utilities. This process is, of course, more arbitrary than rational and has much to be improved. Rate-making by valuation, or some other more satisfactory method should be introduced in

due course of time.

#### 4. RETURN ON INVESTMENT

Electric utility is relatively a new field of activity for the general investors in China. Many electric utilities have failed or have been proved to be unprofitable in the past. The investment in the electric utility undertaking has, therefore, been considered to involve certain risks. In order to induce capital to this field, much more liberal rate of return is allowed in China than in most other countries. Thus, if an electric utility manages itself in an efficient manner and charges its customers with reasonable rates, it is entitled to enjoy a rate of return on the capital stock as high as 25%. When this percentage is exceeded, then one half of the excess must be spent for the extension or improvement of its facilities, while the other half must be set aside as a "customer reserve" to be used later for reducing rates to the benefit of the customers. This, however, should not be interpreted as allowing all utilities, irrespective of their management and rates charged, to enjoy this rather high rate of return. Nor should it be taken to mean that before this rate of return is reached, no reduction of electric rates could be required by the regulating authority. As a matter of fact, the National Construction Commission has occasionally, upon the request of the local government or upon the petition of the customers, ordered substantial reduction of electric rates of certain utilities, which, due to poor management, have operated at only a meager profit inspite of their unduely high rates charged.

#### 5. FINANCING

An electric utility requires much more capital than other business for the same amount of revenue. Not all of this capital can be obtained from capital stocks; a great portion of it must be borrowed from other sources. In the interest of financial stability, however, the Electric Utility Law prescribes the minimum allowable proportion of the capital in the total capitalization. The paid-up capital stocks must contribute at least 30% of the total capitalization. thus leaving a maximum of 70% to be contributed by borrowed

money, which may be corporative bonds or other of long-term loans. The Law further states that upon the approval of the National Construction Commission and the Ministry of Industries, an electric utility may raise money by issuing bonds, the amount of which, however, is limited to one half of the present value of its assets.

#### 6. FOREIGN CAPITAL

Unless by special permission of the National Government, electric utilities are not allowed to make use of foreign capital, either in the form of stocks or loans. This has wrongly been interpreted as a sort of prejudice on the part of the Chinese Government against the foreign capital in the development of electric power industry. As a matter of fact, it is with effective regulation in view that such a limitation is placed on this matter, and foreign capital is welcome to this field if the lenders have a due respect and understanding of Chinese laws.

#### 7. TAXATION

Private electric utilities in China are subject to no more taxes than are imposed on the general business. Royalty tax, as is common in some other countries, is not practiced in China, except in Shanghai where the electric utilities have concluded franchise agreements with the Municipal Government of Shanghai and are required to pay a royalty tax amounting to 1-5% of the gross revenue. Local taxes, which have sometimes been illegally imposed on private electric utilities have all been prohibited by the orders of the Central Government. Thus the tax burden of the private electric utilities in China is unusually light, (usually not over 1%) which is an indication of the government's support of the private electric utilities.

#### 8. STANDARDIZATION AND RATIONALIZATION

All the engineering specifications as well as the accounting system of the electric utilities must be in strict accordance with the national standards

set up by the National Construction Commission. With a view to standardization and rationalization, it is required that in the event of purchasing generating equipments, an electric utility must file detail specifications with the Commission and a permit must be obtained from the Commission before placing the order. If the equipments to be purchased do not comply with the national standards, due alterations must be made. If the Commission considers, from the viewpoint of coordinated economy, the purchase as unnecessary or not advisable, the utility may be asked to withhold the purchase.

### 9. SERVICE STANDARDS

Service standards such as voltage regulation variation of frequency, minimum number of hours of supply, minimum reserve generating capacity etc. are prescribed in the Service Code and must be maintained by the utilities. These standards have been formulated with the present actual conditions in view, and are therefore, somewhat below those in practice in European and American countries.

### 10. SAFETY MEASURES

In the interest of safety and continuity of service, the Service Code specifies, beside other measures, the allowable interval of time in which the generating equipment, the distribution system and the electrical installations of the customers must be inspected.

### 11. METER TESTING

The Service Code requires the periodical testing of meters for customers. The minimum provisions of the meter-testing facilities of the electric utilities are also specified. The standard instruments used for testing purposes must be sent to the Central Electrical Testing Laboratory of the Commission in Nanking or other authorized institutions for calibration.

### 12. ENGINEERING PERSONNEL

As the Commission considers the selection and employ of proper engine-

ering personnel as one of the essential constituents of successful operation of an electric utility, especially the smaller ones, the Service Code prescribes, in rather detail manner, the necessary qualifications of chief engineers for different classes of electric utilities.

### 13. MANAGEMENT

The management functions of electric utilities are generally left to the utilities themselves with little intervention of the government authority. Should, however, any electric utility fail to discharge its public duties according to the Laws and the Code, the regulating authority may demand the dismissal and replacement of the responsible employees of the utility.

### 14. REPORTS

All electric utilities are required to submit, within specified date, annual reports of operation to the Commission and the local authorities. It is from these reports that the national statistics of the electric power industry are compiled. Besides, the utilities must furnish data and information whenever required.

### 15. UTILITIES UNDER FOREIGN OWNERSHIP

There are in China ten electric utilities that are owned and operated by foreign interests. They are mostly situated in the foreign settlements. Two of them are operated by the Municipal Councils, the rest are private enterprises. All these foreign utilities are at the present time beyond the control of the Chinese Government.

## VI. ADMINISTRATIVE ORGANIZATIONS

In 1932 the National Construction Commission established the Electric Utility Regulation Board, which was particularly to perform the regulatory functions on behalf of the Commission. This Board is now composed of eleven commissioners appointed by the Chairman of the Commission. These commissioners are mostly senior officials of the Commissions and are either

prominent engineers or economists. Under the direction of the Chief Commissioner of the Board, who alone is a fulltime official, the routine work is handled by four sections, all under the charge of competent personnel. These sections deal respectively with general, accounting, engineering and business matters.

Besides performing the regulatory functions, this Board is charged with the broader duties of general supervision of the electric power industry. It works on regional electrification schemes of the country and formulates legal as well as technical codes and regulations for the industry. To the electric utilities it is an advisory organization always ready to render service by furnishing them useful information, and solving difficult problems for them. It settles disputes between utilities or between the utilities and the customers. It strives to bring closer the relationship between the electric utilities and the financing institutions and between the electric utilities and the power-consuming industries with an object of promoting mutual cooperation. Finally it collects, compiles and publishes the statistics of the industry.

In the provinces there is no special organization similar to the Board, just referred to, to take care of the regulatory work. The construction department of the provincial government is generally designated as the provincial regulating authority over the electric utilities. It receives order directly from the National Construction Commission and passes it down to the Hsien (districts) for execution. In some cases the department provides a small staff of technical persons to handle the regulation affairs, but more frequently they are in the hands of those who are more interested in other branches of industry than the electric utility. In the Hsien the condition is generally even worse. For lack of sufficient administration funds, they can hardly afford to employ technical persons qualified to deal with regulation affairs. Under such circumstances no effective supervision of the electric utilities can be expected from the local authorities. It is, therefore, necessary that the central authority should exercise more or less exclusive control over the electric utilities.

In some large municipalities the regulation of electric utilities is assigned to one of the bureaus of the municipal governments, for example, the bureau of public utilities. Having relatively more administration funds at their disposal, these bureaus usually can maintain a staff of qualified personnel for handling the regulation affairs, so that the results are in general quite satisfactory.

## VII. CONCLUSION

Regulation of private electric utilities in China is relatively a new thing. As far as the accomplished results are concerned, the present method of regulation, with its simplicity and flexibility, seems to have worked in a rather satisfactory way. It has not hindered the development of the industry, but, on the contrary, continued expansion has taken place, as is witnessed by the statistical facts presented in some other paper. This has been largely due to the assured protection given to the operation of the private electric utilities and the consequent inducement of capital to this field. The electric rates have been steadily decreasing, especially the rates charged to the power customers, a fact very essential to the development of industries. The quality of service has been bettered through the enforcement of Service Code. Many electric companies have, under the close supervision and wise guidance of the government authorities, improved their management to the benefit of both the companies themselves and the public. The use of electricity has been extended to greater area and greater population. Electric energy has been produced with an ever-improving efficiency. Standardization, especially in the frequency of current, has proceeded in such a satisfactory manner, that the difficulties as experienced in some other countries would not be encountered in the future. In short, the electric power industry has laid a good foundation on which a promising future may be expected.

Refinement in the present method of regulation is, of course, necessary to meet the changing conditions, as the industry progresses. New legislative actors, too, are needed. Among the essential points which should be embodied in the revised laws may be mentioned those regarding the consolidation of



electric companies and the formation of holding companies, the fundamental principles to be followed in valuation and rate-making, the definite precedures to be adopted in the case of purchase by government authority, and the utilization of water power by private interests.

### SUMMARY

In 1928 the National Government in Nanking formed the National Construction Commission and vested with it the supreme authority over the electric utilities. In exercising control over them, the Commission adopted the system of legislative regulation in preference to the alternative method of franchise agreement. Various regulatory laws and codes have been promulgated since then.

Under the present system of regulation, all private electric utilities are subject to two-folded government regulation—the direct regulation of the local authority and the supreme regulation of the central authority. It is essentially a system of centralized control.

The most important features of regulation are here briefly outlined. Every electric utility must obtain from the Commission a license, in which franchise is granted. The term of franchise is thirty years. Rate-schedules must be approved by the Commission. To induce capital to the field of electric utilities, very liberal rate of return is allowed. Of the total capitalization, the paid-up capital stock must contribute at least 30%. Unless by special permission of the National Government, electric utilities are not allowed to make use of foreign capital. The tax burden of the private electric utilities is unusually light. The purchase of generating equipments must be approved by the Commission. The engineering personnel must comply with the specified qualifications.

The regulatory functions of the Commission are performed by a special organization, the Electric Utility Regulation Board. It is composed of eleven commissioners and is provided with a staff of competent personnel to handle

the routine work. The Board is also charged with the broader duties of general supervision of the electric power industry. The local governments, except a few large municipalities, generally do not have special organization or provide special staff to deal with regulation affairs.

The present method of regulation has worked rather satisfactorily. The electric power industry in general has made remarkable progress. Refinement will, however, be necessary to meet the changing conditions, as the industry further progresses.

ELECTRIC NETWORK PARAMETRIC  
TRANSFORMS-EXAMPLES \* ⊕

By

Y. W. Lee (李郁榮) and S. H. Chang (張思侯)

Abstract

*Electric network parametric interrelations are not generally known, N. Wiener first pointed out these interrelations. He and Lee developed parametric transforms in the form of Fourier cosine and sine series, thus rendering them easily applicable to network parametric determinations. This paper sums up curves of several parameters of the cable with curves of their corresponding these transforms with an application to the standard telephne cable giving series as computed from the transforms for comparison. Due to the use of a small number of terms from a schedule analysis, a close approximation is lacking. An harmonic analyser would have improved this point. The agreement between the actual curves and their series representations according to the transforms is sufficiently clear.*

---

\* 曾在廿五年五月中國電機工程師學會第二屆年會中宣讀

⊕ 電工論文分類 Tf133

It is not generally known that all parameters of an electric network are related to one another. Over a finite frequency range it is possible, within certain limits, to find physically realizable networks which have independently assignable parameters, but over the entire frequency range  $(0, \infty)$  it is generally not possible to find such networks. In general, if one parameter of a network is specified over the entire frequency range, all other parameters of the network are automatically fixed.

Electric network parametric interrelations are very important in networks synthesis and analysis. They were first pointed out by N. Wiener to Lee in the course of a research on network synthesis.<sup>1</sup> The use of the parametric transforms given in the paper cited for specific networks is limited to a small number of simple cases as the integrations involved are difficult to evaluate. However, this limitation has been overcome. Wiener and Lee<sup>2</sup> have proved that the conductance  $G$  and susceptance  $B$ , and the magnitude  $|Y|$  and phase  $\phi$  of an admittance function  $Y$  have the following interrelations: if

$$G(k \tan \frac{\theta}{2}) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos n\theta, \quad (1)$$

then

$$B(k \tan \frac{\theta}{2}) = - \sum_{n=0}^{\infty} a_n \sin n\theta, \quad (2)$$

or vice versa; and if

$$\ln |Y(k \tan \frac{\theta}{2})| = \sum_{n=0}^{\infty} b_n \cos n\theta, \quad (3)$$

- 
1. Y. W. Lee "Synthesis of Electric Networks by Means of the Fourier Transforms of Laguerre's Functions", Jour. of Math. and Phys., Vol. XI, No. 2, June 1932, p. 82-113, Also see E. A. Guillemin, "Communication Networks", Vol. II, John Wiley and Sons, 1935, p. 50'-504.
  2. N. Wiener and Y. W. Lee, U. S. Patent No. 2,024,500.

then

$$\phi(k \tan \frac{\theta}{2}) = - \sum_{n=0}^{\infty} b_n \sin n\theta, \quad (4)$$

or vice versa. Here

$$k \tan \frac{\theta}{2} = \omega, \quad (5)$$

$k$  being an finite positive constant, and  $\omega$  the angular velocity. Exceptions to these transforms have been pointed out.<sup>3</sup>

Similar transforms may be written for the impedance function. Thus, letting  $R$ ,  $X$ ,  $|Z|$  and  $\psi$  be respectively the resistance, reactance, and magnitude and phase of an impedance  $Z$ , we have, if

$$R(k \tan \frac{\theta}{2}) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n \cos n\theta, \quad (6)$$

then

$$X(k \tan \frac{\theta}{2}) = - \sum_{n=0}^{\infty} c_n \sin n\theta, \quad (7)$$

or vice versa; and if

$$\ln |Z(k \tan \frac{\theta}{2})| = \sum_{n=0}^{\infty} d_n \cos n\theta, \quad (8)$$

then

$$\psi(k \tan \frac{\theta}{2}) = - \sum_{n=0}^{\infty} d_n \sin n\theta, \quad (9)$$

or vice versa.

An obvious exception to these interrelations is the case of a series circuit of resistance, inductance and capacitance. However, a network containing this series connection, or a series connection of any one or of any two of the elements without any shunting circuits, may be treated by first disregarding the series connection and then taking it into consideration as a final step.

3. See reference 1

From equations (1) to (9) it is seen that with a proper change of variables (5) the parameters of an electric network may be expanded into Fourier cosine and sine series, the parameters being grouped in pairs, each pair consisting of a cosine and a sine series, both series having the same coefficients except for a constant. It is further seen that with the aid of an harmonic analyzer, electric network parametric determination has been reduced to an easy routine.

As an illustration of the use of these transforms, we choose the characteristic admittance of the standard telephone cable whose constants are

Resistance ( $r$ )=88 ohms per mile,

Inductance ( $L$ )=0.001 henry per mile,

Capacitance ( $C$ )=0.054 microfarad per mile,

Leakance ( $g$ )=1 micromho per mile.

The characteristic impedance of this cable is

$$Z = \sqrt{\frac{r + j\omega L}{g + j\omega C}}. \quad (10)$$

Consequently, its characteristic admittance  $Y$  is

$$Y = \sqrt{\frac{g + j\omega C}{r + j\omega L}}. \quad (11)$$

The conductance and susceptance of  $Y$  are, respectively,

$$G(\omega) = \left[ \frac{g^2 + \omega^2 C^2}{r^2 + \omega^2 L^2} \right]^{\frac{1}{4}} \cos \frac{1}{2} (\tan^{-1} \frac{\omega C}{g} - \tan^{-1} \frac{\omega L}{r}), \quad (12)$$

and

$$B(\omega) = \left[ \frac{g^2 + \omega^2 C^2}{r^2 + \omega^2 L^2} \right]^{\frac{1}{4}} \sin \frac{1}{2} (\tan^{-1} \frac{\omega C}{g} - \tan^{-1} \frac{\omega L}{r}). \quad (13)$$

The logarithm of the magnitude and the phase of  $Y$  are

$$\ln |Y(\omega)| = \frac{1}{2} \ln \frac{g^2 + \omega^2 C^2}{r^2 + \omega^2 L^2}, \quad (14)$$

and

$$(\omega) = \frac{1}{2} \left( \tan^{-1} \frac{\alpha C}{g} - \tan^{-1} \frac{\omega L}{r} \right). \quad (15)$$

In order to apply the transforms (1), (2), (3) and (4) to the parameters of the standard cable, as expressed by (12), (13), (14) and (15), we plot the latter equations for various velocities with the scale given by (5). These are shown in Figs. 1 to 4 by the full curves. For (12) and (13) we take  $k=50,000$ , and for (14) and (15),  $k=1,000$ . These are arbitrary, but so chosen that the curves for  $B$  and  $\phi$  are nearly symmetrical about the point  $\theta = \frac{\pi}{4}$ .

A twelve-point schedule analysis of  $G$  which is shown in Fig. 1 by the full curve yields, in accordance with (1), the following series

$$G \left( 50000 \tan \frac{\theta}{r} \right) = (44.038 - 28.604 \cos \theta - 1.635 \cos 2\theta - 3.331 \cos 3\theta - 1.705 \cos 4\theta - 1.491 \cos 5\theta - 1.202 \cos 6\theta - 1.060 \cos 7\theta - 0.957 \cos 8\theta - 0.894 \cos 9\theta - 0.853 \cos 10\theta - 0.830 \cos 11\theta - 0.411 \cos 12\theta) 10^{-4} \text{ mhos.} \quad (16)$$

This is represented by the dotted curve in Fig. 1.

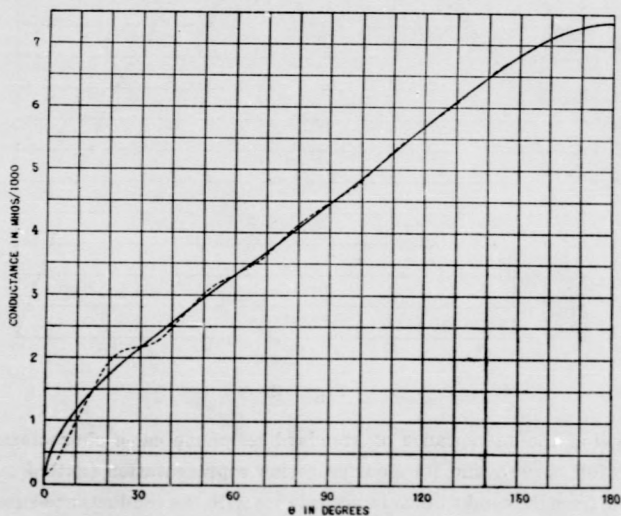


Fig. 1

Showing the conductance of the standard telephone cable characteristic admittance (full curve), and its Fourier sine representation (dotted curve) from a twelve-point schedule analysis.

According to (1) and (2), the susceptance of the characteristic admittance function of the cable should be  $B \left( 50000 \tan \frac{\theta}{2} \right) = (28.604 \sin \theta + 1.635 \sin 2\theta + 3.331 \sin 3\theta + 1.705 \sin 4\theta + 1.491 \sin 5\theta + 1.202 \sin 6\theta + 1.060 \sin 7\theta + 0.957 \sin 8\theta + 0.894 \sin 9\theta + 0.853 \sin 10\theta + 0.830 \sin 11\theta + 0.411 \sin 12\theta) 10^{-4}$  mhos. (17)

The dotted curve in Fig. 2 is plotted from this series

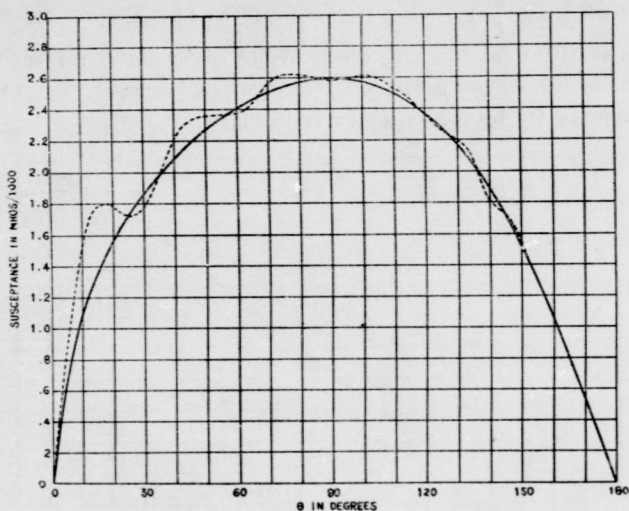


Fig. 2

Showing the susceptance of standard telephone cable characteristic admittance (full curve), and its Fourier cosine representation (dotted curve) as determined from the conductance in accordance with the conductance-susceptance transforms.



A similar schedule analysis of  $\ln |Y|$  yields, in accordance with (3), the series

$$-\ln |Y (1000 \tan \frac{\theta}{2})| = 7.141 + 1.029 \cos \theta - 0.621 \cos 2\theta + 0.364 \cos 3\theta - 0.021 \cos 4\theta + 0.235 \cos 5\theta - 0.020 \cos 6\theta + 0.183 \cos 7\theta - 0.020 \cos 8\theta + 0.158 \cos 9\theta - 0.020 \cos 10\theta + 0.148 \cos 11\theta - 0.010 \cos 12\theta \quad (18)$$

and, using the transforms (3) and (4), we have

$$\psi (1000 \tan \frac{\theta}{2}) = 1.029 \sin \theta - 0.021 \sin 2\theta + 0.364 \sin 3\theta - 0.021 \sin 4\theta + 0.235 \sin 5\theta - 0.020 \sin 6\theta + 0.183 \sin 7\theta - 0.020 \sin 8\theta + 0.158 \sin 9\theta - 0.020 \sin 10\theta + 0.148 \sin 11\theta - 0.010 \sin 12\theta, \text{ radians.}$$

Equations (18) and (19) are plotted in Figs. 3 and 4 respectively as dotted curves.

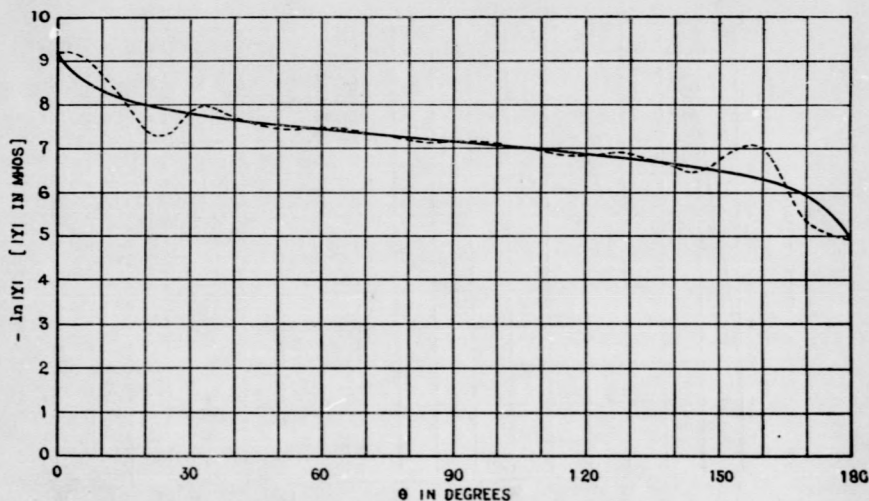


Fig. 3

Showing logarithm of the magnitude of the standard telephone cable characteristic admittance (full curve), and its Fourier cosine representation (dotted curve) from a twelve-point schedule analysis.

As is obvious from the figures given, the degree of approximation is far from what we desired to attain. These figures plainly show that more terms are needed in the Fourier analysis. But as there is no harmonic analyzer at hand, we cannot produce more accurate results without going into a much more difficult schedule analysis than the one used.

The analysis here presented, crude as it is, clearly indicates that parameters associated with the characteristic admittance of the standard telephone cable, which has been chosen as an example, do follow the general parametric transforms (1) to (4). That the characteristic impedance parameters of the cable obey the transforms (6) to (9) is evident from the similarity in form of the admittance function (10) and the impedance function (11).

March 29, 1936

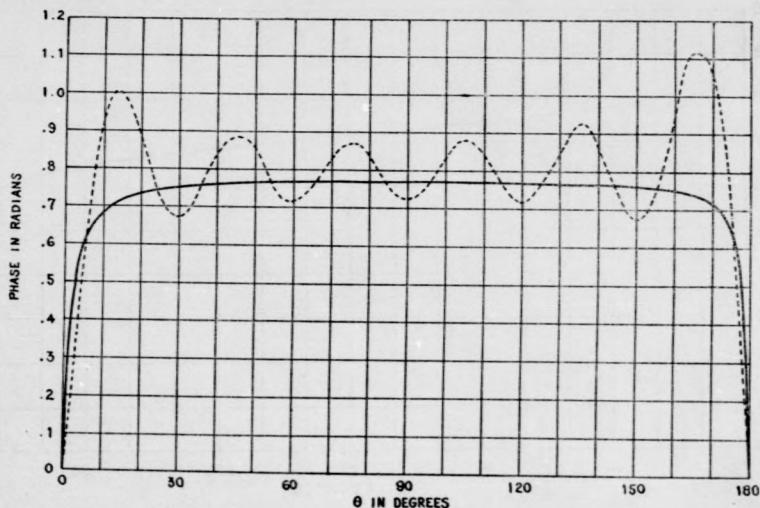


Fig. 4

Showing the phase of the standard telephone cable characteristic admittance (solid curve), and its Fourier sine representation (dotted curve) as determined from the magnitude of the admittance in accordance with the magnitude-phase transforms.

NOTES ON THE KRON THEORY OF TENSORS IN  
ELECTRICAL MACHINERY \*⊕

Norbert Wiener

*Department of Electrical Engineering  
National Tsing Hua University.*

ABSTRACT

*These notes present in compact form some of the leading facts concerning tensors and their application to rotating machinery as recently developed by Gabriel Kron.*

There are two types of improvements in science those in which the content of scientific information receives a definite advance, and those in which the content remains essentially unaltered, but the language of science and its ability to express a complicated situation in terse, relevant language is what is the main object of progress. Examples of progress of the second sort are given by the use of complex variables in alternating

---

\* This paper was read before the E. E. Seminar session of National Tsing Hua University, March, 1936.

current theory, by vector analysis, by the use of Lagrangian coordinates in dynamics, by tensor analysis. In all of these cases, the advantages gained by a good language and a good symbolism are:

1. A routine method of setting up a problem;
2. A method of expressing the facts of a problem which suppresses the accidental choice of coordinates;
3. Sometimes, but not always nor even generally, suggestions as to the solution of a problem.

The Kron theory of rotating electric machinery is a good example of all this.<sup>+</sup> It solves no specific problem not already solvable, but it does give a uniform language for the formulation of the most diverse problems. It is the purpose of the present notes to present in compact form some of the leading facts concerning tensors and their application to rotating machinery. The present paper does not claim any originality whatever, and should be read only as an introduction to Kron's memoirs.

## TENSORS

A vector is a set of  $n$  quantities  $a_1, \dots, a_n$ .

A dyadic is a set of  $n^2$  quantities  $a_{11}, \dots, a_{nn}$ .

<sup>+</sup> For Kron's work on the Application of Tensor Analysis to Rotating Electrical Machinery, the readers are recommended to refer to the following:

1. Generalized Theory of Electrical Machinery, Trans. A. I. E. E., Vol. 49, pp. 666-685. 1930.
2. Non-Riemannian Dynamics of Rotating Electrical Machinery, J. Math. & Physics, Vol. XIII, No.2, 1934.
3. Quasi-Holonomic Dynamical Systems, Physics, Vol. 7, No.4, 1936.
4. Tensor Analysis in Electrical Engineering, (mimeographed copy), March, 1936.
5. The Application of Tensors to the Analysis of Rotating Electrical Machinery, G. E. Review, 1935-6.
5. Induction Motor Slot Combinations, Trans. A. I. E. E., April, 1931.



$$b_{j'k'} = \sum \sum \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} a_{jk},$$

and the contravariant dyadic  $a_{jk}$  has the rule

$$b_{j'k'} = \sum \sum \frac{\partial y_{j'}}{\partial x_j} \frac{\partial y_{k'}}{\partial x_k} a_{jk}.$$

If  $a_{jk}$  has the rule of transformation

$$b_{j'}^{k'} = \sum \sum \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial y_{k'}}{\partial x_k} a_j^k,$$

we shall say that  $a_j^k$  is a mixed dyadic. Let us notice that if  $\delta_j^k = 0$  if  $j \neq k$  and  $\delta_j^k = 1$  if  $j = k$ ,

$$\delta_{j'}^{k'} = \sum \sum \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial y_{k'}}{\partial x_k} \delta_j^k = \sum \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial y_{k'}}{\partial x_j}.$$

Thus  $\delta_{j'}^{k'}$ , the Kronecker symbol, is a mixed dyadic.

Transformation formulae for triadics etc. follow exactly the same lines as transformation formulae for vectors and dyadics.

We shall write

$$a_j b_j$$

as an abbreviation for

$$\sum_{j=1}^n a_j b_j,$$

and similarly for dyadic etc. It will be noted that this notation is only effective where a symbol has an identical upper and lower index, or more than one such pair.

Clearly  $a_j b^k$  is a mixed dyadic. If  $a_j^k$  is a mixed dyadic,

$$b_{j'}^{j'} = \sum_{j'} \sum_{j'} \sum_k \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial y_{j'}}{\partial x_k} a_j^k = \sum_j \sum_k a_j^k \delta_j^k = a_j^j.$$

Thus  $a_j^j$  is an invariant scalar.

We shall call covariant and contravariant vectors, covariant, contravariant and mixed dyadics, triadics, etc., tensors of the appropriate kind.

Let us note that if  $a_j$  is a covariant vector,

$$\frac{\partial a_j}{\partial x_k}$$

is not a covariant tensor. Clearly if  $a_j$  transforms into  $b_{j'}$  when  $x_j$  transforms into  $y_{j'}$ ,

$$\begin{aligned} \frac{\partial b_{j'}}{\partial y_{k'}} &= \frac{\partial}{\partial y_{k'}} \left( \sum_{j=1}^n \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} a_j \right) \\ &= \sum_{j=1}^n a_j \frac{\partial}{\partial y_{k'}} \left( \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \right) + \sum_{j=1}^n \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial a_j}{\partial y_{k'}} \\ &= \sum_{j=1}^n a_j \frac{\partial^2 x_j}{\partial y_{k'} \partial y_{j'}} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} \frac{\partial a_j}{\partial x_k} \end{aligned}$$

On the other hand,

$$\frac{\partial b_j}{\partial y_{k'}} - \frac{\partial b_{k'}}{\partial y_j} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} \left( \frac{\partial a_j}{\partial x_k} - \frac{\partial a_k}{\partial x_j} \right)$$

Thus  $\frac{\partial a_j}{\partial x_k} - \frac{\partial a_k}{\partial x_j}$  is a covariant tensor.

Let us now introduce a single covariant tensor  $g_{jk}$ , which we call the metric tensor. We define  $g^{jk}$  as the cofactor of  $g_{jk}$ : that is, we put

$$g_{jk} g^{j'k} = \delta_{jj'}$$

In general, we put

$$a_j = g^{jk} a_k;$$

$$a_j = g_{jk} a^k,$$

and similarly for covariant, contravariant, and mixed tensors. We thus can represent any vector with covariant or contravariant components.

Now let us consider under what circumstances

$$\frac{\partial a_j}{\partial x_k} - \wedge_{jk}^1 a_1$$

can be a tensor. Here  $\wedge_{jk}^1$  is certainly not a tensor. We have

$$\begin{aligned} \wedge_{j'k'}^{1'} b_{1'} &= \frac{\partial^2 x_j}{\partial y_{j'} \partial y_{k'}} a_j + \wedge_{jk}^1 a_1 \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} \\ &= \left( \frac{\partial^2 x_1}{\partial y_{j'} \partial y_{k'}} + \wedge_{jk}^1 \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} \right) a_1 \end{aligned}$$

That is,

$$\wedge_{j'k'}^{1'} \frac{\partial x_1}{\partial y_{1'}} = \frac{\partial^2 x_1}{\partial y_{j'} \partial y_{k'}} + \wedge_{jk}^1 \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}}$$

or

$$\wedge_{j'k'}^{1'} = \frac{\partial y_1}{\partial x_1} \left( \frac{\partial^2 x_1}{\partial y_{j'} \partial y_{k'}} + \wedge_{jk}^1 \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial x_{k'}} \right)$$

This equation will be satisfied if we put

$$\wedge_{jk}^1 = \frac{g^{1m}}{2} \left( \frac{\partial g_{jm}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{km}}{\partial x_j} - \frac{\partial g_{jk}}{\partial x_m} \right)$$

Then

$$\begin{aligned} \wedge_{j'k'}^{1'} &= \frac{g^{1'm'}}{2} \left( \frac{\partial g_{j'm'}}{\partial y_{k'}} + \frac{\partial g_{k'm'}}{\partial y_{j'}} - \frac{\partial g_{j'k'}}{\partial y_{m'}} \right) \\ &= \frac{g^{1m}}{2} \frac{\partial y_1'}{\partial x_1} \frac{\partial y_{m'}}{\partial x_m} \left[ \frac{\partial}{\partial y_{k'}} \left( \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_m}{\partial y_{m'}} g_{jn} \right) \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial}{\partial y_{j'}} \left( \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} \frac{\partial x_m}{\partial y_{m'}} g_{km} \right) - \frac{\partial}{\partial y_{m'}} \left( \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}} g_{jk} \right) \right] \end{aligned}$$

We then wish to show that

$$\frac{\partial^2 x_1}{\partial y_{j'} \partial y_{k'}} + \frac{g^{1m}}{2} \left( \frac{\partial g_{jm}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{km}}{\partial x_j} - \frac{\partial g_{jk}}{\partial x_m} \right) \frac{\partial x_j}{\partial y_{j'}} \frac{\partial x_k}{\partial y_{k'}}$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{g^{lm}}{2} \frac{\partial y_m'}{\partial x^m} \left[ \frac{\partial}{\partial y_j'} \left( \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial x_p}{\partial y_m'} g_{jp} \right) + \frac{\partial}{\partial y_j'} \left( \frac{\partial x_k}{\partial y_k} \frac{\partial x_p}{\partial y_m'} g_{kp} \right) \right. \\
 &\quad \left. - \frac{\partial}{\partial y_m'} \left( \frac{\partial x_j}{\partial y_k'} \frac{\partial x_k}{\partial y_j'} g_{jk} \right) \right].
 \end{aligned}$$

The second term here is however equal to

$$\begin{aligned}
 &\frac{g^{lm}}{2} \frac{\partial y_m'}{\partial x^m} \left( \frac{\partial^2 x_j}{\partial y_k' \partial y_p'}, \frac{\partial x_p}{\partial y_m'}, g_{jp} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial^2 x_p}{\partial y_k' \partial y_m'}, g_{jp} + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial x_p}{\partial y_m'} \frac{\partial g_{jp}}{\partial y_k'} \right) \\
 &+ \frac{g^{lm}}{2} \frac{\partial y_m'}{\partial x^m} \left( \frac{\partial^2 x_k}{\partial y_k' \partial y_j'}, \frac{\partial x_p}{\partial y_m'}, g_{jp} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\partial x_k}{\partial y_k'} \frac{\partial^2 x_p}{\partial y_j' \partial y_m'}, g_{jp} + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial x_p}{\partial y_m'} \frac{\partial g_{jp}}{\partial y_k'} \right) \\
 &- \frac{g^{lm}}{2} \frac{\partial y_m'}{\partial x^m} \left( \frac{\partial^2 x_j}{\partial y_j' \partial y_m'} \frac{\partial x_k}{\partial x_k'}, g_{jk} + \frac{\partial^2 x_k}{\partial y_k' \partial y_m'}, \frac{\partial x_j}{\partial x_j'}, g_{jk} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial x_k}{\partial y_k'} \frac{\partial g_{jk}}{\partial y_m'} \right) \\
 &= \frac{g^{lm}}{2} \left( \frac{\partial^2 x_j}{\partial x_k' \partial y_k'}, g_{jm} + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial^2 x_p}{\partial y_k' \partial y_m'}, g_{jp} + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial g_{jm}}{\partial y_k'} \right) \\
 &\quad + \frac{g^{lm}}{2} \left( \frac{\partial^2 x_j}{\partial y_j' \partial y_k'}, g_{km} + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial^2 x_p}{\partial y_k' \partial y_m'}, g_{jp} + \frac{\partial x_k}{\partial y_j'} \frac{\partial x_m}{\partial y_j'} \right) \\
 &\quad - \frac{g^{lm}}{2} \left( \frac{\partial y_m'}{\partial x^m} \frac{\partial^2 x_j}{\partial y_j' \partial y_m'} \frac{\partial x_k}{\partial x_k'}, g_{jk} + \frac{\partial y_m'}{\partial x^m} \frac{\partial^2 x_k}{\partial y_k' \partial y_m'}, \frac{\partial x_j}{\partial y_j'}, g_{jk} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial x_k}{\partial y_k'} \frac{\partial g_{jk}}{\partial x^m} \right) \\
 &= \frac{g^{lm}}{2} \left( \frac{\partial g_{jm}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{km}}{\partial x_j} - \frac{\partial g_{jk}}{\partial x^m} \right) \frac{\partial x_j}{\partial y_j'} \frac{\partial x_k}{\partial x_k'} + \frac{j^2 x \partial}{\partial y_j' \partial y_k'}
 \end{aligned}$$

We shall put

$$\Gamma_{mn;k} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_n} + \frac{\partial g_{nk}}{\partial x_m} - \frac{\partial g_{mn}}{\partial x_k} \right)$$

Then clearly

$$\frac{\partial a_j}{\partial x_k} - \Gamma_{jk;l} a_m g^{lm}$$

will be a tensor. We write this tensor  $\frac{\delta a_j}{\delta x_k}$ , and know it as the absolute derivative of  $a_j$  with respect to  $x_k$ .

If  $a^j$  is a contravariant vector, we write as a definition

$$\begin{aligned} \frac{\delta a^j}{\delta x_k} &= g^{jl} \frac{\delta}{\delta y_k} (g_{lm} a^m) \\ &= g^{jl} \left( \frac{\partial}{\partial x_k} g_{lm} a^m - \Gamma_{j1,p} g_{qm} a^m g^{pq} \right) \\ &= g^{jl} \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} a^m + \frac{\partial a^j}{\partial x_k} - \Gamma_{kl,m} g^{jl} a^m \\ &= \frac{\partial a^j}{\partial x_k} + a^m g^{jl} \left[ \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial g_{km}}{\partial x_l} + \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \right) \right] \\ &= \frac{\partial a^j}{\partial x_k} + \frac{a^m g^{jl}}{2} \left( \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} - \frac{\partial g_{km}}{\partial x_l} \right) \\ &= \frac{\partial a^j}{\partial x_k} + a^m g^{jl} \Gamma_{km;l} \end{aligned}$$

This gives us the absolute derivative of a contravariant vector. Similarly, we may show that if  $a_{jk}$  is a covariant tensor.

$$\frac{\partial a_{jk}}{\partial x_l} - \Gamma_{j1,m} a_{nk} g^{mn} - \Gamma_{kl,m} a_{nj} g^{mn}$$

is a tensor, which we write  $\frac{\delta a_{jk}}{\delta x_l}$ . Let us note that

$$\frac{\partial g_{jk}}{\partial x_l} = \frac{\partial^2 jk}{\partial x_l} - \Gamma_{jl,k} - \Gamma_{kl,j} = 0,$$

so that the covariant derivative of the tensor  $g_{jk}$ , the so-called fundamental form, is zero.

We shall put

$$\Gamma_{njk} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_n} + \frac{\partial g_{nk}}{\partial x_m} - \frac{\partial g_{mn}}{\partial x_k} \right)$$

Then clearly

$$\frac{\partial a_j}{\partial x_k} - \Gamma_{jk,l} a_m g_l^m$$

will be a tensor. We write this tensor  $\frac{\delta a_j}{\delta x_k}$ , and know it as the absolute derivative of  $a_j$  with respect to  $x_k$ .

If  $a_j$  is a contravariant vector, we write as a definition

$$\begin{aligned} \frac{\delta a^j}{\delta x_k} &= g^{jl} \frac{\delta}{\delta x_k} (g_{lm} a^m) \\ &= g^{jl} \left( \frac{\partial}{\partial x_k} g_{lm} a^m - \Gamma_{jlp} g_{qm} a^m g^{pq} \right) \\ &= g^{jl} \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} a^m + \frac{\partial a^j}{\partial x_k} - \Gamma_{kl,m} g^{jl} a^m \\ &= \frac{\partial a^j}{\partial x_k} + a^m g^{jl} \left[ \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_j} - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial g_{km}}{\partial x_l} + \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \right) \right] \\ &= \frac{\partial a^j}{\partial x_k} + \frac{a^m g^{jl}}{2} \left( \frac{\partial g_{lm}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} - \frac{\partial g_{km}}{\partial x_l} \right) \\ &= \frac{\partial a^j}{\partial x_k} + a^m g^{jl} \Gamma_{km,l} \end{aligned}$$

This gives us the absolute derivative of a contravariant vector. Similarly, we may show that if  $a_{jk}$  is a covariant tensor,

$$\frac{\partial a_{jk}}{\partial x_1} - \Gamma_{jlm} a_{nk} g^{mn} - \Gamma_{klm} a_{nj} g^{mn}$$

is a tensor, which we write  $\frac{\delta a_{jk}}{\delta x_1}$ . Let us note that

$$\frac{\delta g_{jk}}{\delta x_1} = \frac{\partial g_{jk}}{\partial x_1} - \Gamma_{j1,k} - \Gamma_{k1,j} = 0,$$

so that the covariant derivative of the tensor  $g_{jk}$ , the so-called fundamental form, is zero.

#### APPLICATION OF TENSORS TO ELECTRICAL MACHINERY

A rotating electrical machine is made up of the following parts:

(1) A stator have asymmetrical structure, and several layers of asymmetrical windings, arranged in any manner whatever;

(2) A rotor (not necessarily smooth) with several layers of windings arranged in any manner whatever.

We shall assume

(a) that each rotor winding is led to a pair of slip-rings;

(b) that the terminals of each stator winding, and the slip-rings of each rotor winding are led through impedances depending on the angular position of the rotor alone;

(c) that the terminals of these windings plus outside impedances are connected up to one another and to outside circuits in any manner whatever.

We shall first suppose the connections (c) not made. We then have  $n$  circuits, each with a current  $i_k$ , a resistance  $R_k$ , and a self-inductance  $L_{kk}$ . The mutual inductance of the  $j$  and  $k$  circuits will be denoted by  $L_{jk}$ . The

angular displacement of the shaft will be written  $\theta$ , and we shall put  $i_t$  for  $\frac{d\theta}{dt}$ ,  $R_t$  for the frictional resistance of the shaft, and  $L_{tt}$  for the moment of inertia of the rotor. We shall put  $L_{jt} = 0$  ( $1 \leq j \leq n$ ). We shall write  $e_t$  for the shaft torque and  $e_k$  for the instantaneous applied voltage in the  $k$ th winding. We shall assume that the  $R$ 's and  $L$ 's depend only on  $\theta$ . Then

$$e_k = R_k i^k + \sum_m \frac{d}{dt} (L_{mk} i^m); \quad (k = 1, \dots, n).$$

$$e_t = R_t \frac{d\theta}{dt} + \frac{d}{dt} \left( L_{tt} \frac{d\theta}{dt} \right) - \frac{1}{2} \sum_m \sum_k \frac{\partial L_{m,th}}{\partial \theta} i^m i^k$$

The first equation expresses the fact that the E. M. F. is the sum of that opposing resistance and that due to the rate at which lines of force are crossing the conductor in question, while the second equation represents the torque as the sum of an inertial torque, a frictional torque, and a torque developed by the machine and proportional to the sum of the products of the gradients of the magnetic fields due to currents in the fixed windings and the currents in the moving windings. We may write the torque and voltage equations together in the form

$$e_k = R_{mk} i^m + L_{mk} \frac{di^m}{dt} + [mn, k] i^m i^n = 0,$$

where  $k$  may assume the value  $t$ , and where

$$[mn, k] = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial L_{mk}}{\partial x^n} + \frac{\partial L_{nk}}{\partial x^m} - \frac{\partial L_{mn}}{\partial x^k} \right).$$

Let it be noted that  $x^n$  is not a vector, since it is only  $i^n$  and not its integral which is subject to linear transformations under changes of connections, changes from rotating to fixed coordinates, etc.

Let  $i$  be subject to such a transformation. Let  $i^\kappa = C_m^\kappa i^m$ . Then  $C_m^\kappa$  is a contravariant vector in  $\kappa$ , but as the lower index is fixed, has no covariant or contravariant character in that index. The transformation of  $i^\kappa$  is covariant because it follows essentially the same laws as that of  $dx^\kappa$ . Since

the power of an electric system is invariant under a transformation of co-ordinates, if we insist that this power is to be  $i^\pi e_\pi$ , the transformation  $C_m^\pi$  of the  $e_m$  satisfies

$$P = e_\pi i^\pi = C_m^\pi i^m C_n^\pi e_n = i^m e_n \delta_m^n.$$

Thus

$$C_m^\pi C_n^\lambda = \delta_m^n,$$

which may be used as the definition of  $C_n^\pi$ . It can be obtained by dividing the cofactors of  $C_m^\pi$  by the determinant, in case this determinant does not vanish.

We have

$$\begin{aligned} e_\pi = e_k C_\pi^k &= C_\pi^k R_{mk} C_f^m i^p + C_\pi^k L_{mk} \frac{d}{dt} (C_\rho^m i^\rho) \\ &+ \frac{C_\pi^k}{Z} \left( \frac{\partial (L_{\rho\sigma} C_m^\rho C_k^\sigma)}{\partial x^n} + \frac{\partial (L_{\tau\sigma} C_n^\tau C_k^\sigma)}{\partial x^m} - \frac{\partial (L_{\rho\tau} C_m^\rho C_n^\tau)}{\partial x^k} \right) \\ &\times C_\mu^m C_\gamma^n i^\mu i^\nu. \end{aligned}$$

We shall write this

$$e_\pi = R_{\rho\pi} i^\rho + L_{\rho\pi} \frac{d}{dt} i^\rho + \Gamma_{f\sigma}{}^\pi i^\rho i^\sigma,$$

where

$$R_{\rho\pi} = C_\pi^k C_\rho^m R_{mk};$$

$$L_{\rho\pi} = C_\pi^k C_\rho^m L_{mk};$$

$$\Gamma_{\rho\sigma}{}^\pi = \frac{1}{Z} \left( \frac{\partial L_{\rho\tau}}{\partial x^\sigma} + \frac{\partial L_{\sigma\pi}}{\partial x^\rho} - \frac{\partial L_{\rho\sigma}}{\partial x^\pi} \right)$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{C_{\pi}^k C_{\rho}^m C_{\sigma}^n}{2} \left( L_{\mu\nu} C_m^{\mu} \frac{\partial C_k^{\nu}}{\partial x^n} + L_{\rho\nu} C_k^{\nu} \frac{\partial C_m^{\mu}}{\partial x^n} \right. \\
 & \left. + L_{\mu\nu} C_n^{\mu} \frac{\partial C_k^{\nu}}{\partial x^m} + L_{\mu\nu} C_k^{\nu} \frac{\partial C_n^{\mu}}{\partial x^m} \right) \\
 & - L_{\mu\nu} C_m^{\mu} \frac{\partial C_h^{\nu}}{\partial x^k} - L_{\mu\nu} C_n^{\nu} \frac{\partial C_m^{\mu}}{\partial x^k} \\
 & + C_{\pi}^k L_{\nu\tau} \frac{\partial C_{\rho}^m}{\partial x^{\sigma}} C_m^{\nu} C_k^{\tau}
 \end{aligned}$$

Since

$$C_m^{\pi} C_{\pi}^n = \delta_m^n,$$

we have

$$C_m^{\pi} \frac{\partial C_{\pi}^n}{\partial x^{\sigma}} + C_{\pi}^n \frac{\partial C_m^{\pi}}{\partial x^{\sigma}} = 0.$$

Thus

$$\frac{\partial C_{\rho}^n}{\partial x^{\sigma}} = C_{\rho}^m C_m^{\pi} \frac{\partial C_n^{\pi}}{\partial x^{\sigma}} = - C_{\rho}^m C_{\pi}^n \frac{\partial C_m^{\pi}}{\partial x^{\sigma}}.$$

Hence

$$\begin{aligned}
 & C_{\pi}^k C_m^{\nu} C_k^{\tau} L_{\nu\tau} \frac{\partial C_{\rho}^m}{\partial x^{\sigma}} = \\
 & - C_{\pi}^k C_m^{\nu} C_{\rho}^{\tau} C_{\rho}^{\delta} C_m^{\lambda} \frac{\partial C_{\rho}^{\lambda}}{\partial x^{\sigma}} L_{\nu\tau}
 \end{aligned}$$

$$= - C_{\rho}^p \frac{\partial C_p^v}{\partial x^{\sigma}} L_{v\pi}$$

Thus

$$\begin{aligned} \Gamma_{\rho\sigma, \pi} &= \frac{1}{2} \left( \frac{\partial L_{\rho\pi}}{\partial x^{\sigma}} + \frac{\partial L_{\sigma\pi}}{\partial x^{\rho}} - \frac{\partial L_{\rho\sigma}}{\partial x^{\pi}} \right) \\ &+ \frac{1}{2} \left( C_{\pi}^k L_{\rho\nu} \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\rho}} + \mu^{\pi} C_{\sigma}^n \frac{\partial C_m^{\mu}}{\partial x^{\sigma}} \right. \\ &+ L_{\sigma\nu} C_{\pi}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\rho}} + L_{\mu\pi} C_{\sigma}^n \frac{\partial C_n^{\mu}}{\partial x^{\rho}} \\ &\left. - L_{\rho\nu} C_{\sigma}^n \frac{\partial C_n^v}{\partial x^{\pi}} - L_{\mu\sigma} C_{\rho}^m \frac{\partial C_m^{\mu}}{\partial x^{\pi}} - 2 L_{v\pi} C_{\rho}^p \frac{\partial C_p^v}{\partial x^{\sigma}} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{\partial L_{\rho\pi}}{\partial x^{\sigma}} + \frac{\partial L_{\sigma\pi}}{\partial x^{\rho}} - \frac{\partial L_{\rho\sigma}}{\partial x^{\pi}} \right) \\ &+ \frac{1}{2} \left[ L_{\rho\nu} \left( C_{\pi}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\sigma}} - C_{\sigma}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\pi}} \right) \right. \\ &+ L_{v\pi} \left( C_{\sigma}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\rho}} - C_{\rho}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\sigma}} \right) \\ &\left. + L_{\sigma\nu} \left( C_{\pi}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\rho}} - C_{\rho}^k \frac{\partial C_k^v}{\partial x^{\pi}} \right) \right] \end{aligned}$$

It will be seen that  $\Gamma_{\rho\sigma, \pi}$  is not the ordinary Christoffel Symbol, but differs from this by the term in  $\frac{1}{2}$ . This is connected with the fact that  $x^{\sigma}$  is not a true contravariant tensor, although  $i^{\sigma}$  is. The  $i^{\sigma}$  do not form an



exact differential. Geometrically, the elements  $i^\sigma$  represent a vector, but this vector is not a gradient. The connection of elements is said to be non-holonomic.

As before, since  $e_\pi$  and  $R_{\rho\pi} i^\rho$  are covariant tensors,

$$\begin{aligned} & L_{f\pi} \frac{d}{dt} i^\rho \Gamma_{f\sigma,\pi} i^\rho i^\sigma \\ &= L_{\rho\pi} i^\sigma \frac{d}{dx^\sigma} i^\rho + \Gamma_{\rho\sigma,\pi} i^\rho i^\sigma \end{aligned}$$

is a tensor. On the other hand, also as before,

$$L_{\rho\pi} \frac{d}{dt} i^\rho$$

is not a tensor.

# 評蘭司道夫所著直流電機

## 章名濤

蘭氏 (A. S. Langsdorf) 所著之直流電機原理 (原名為 Principles of Direct-Current Machines) 堪稱為電工界之巨著, 無論國內外有名大學多用為教科書或參考書, 其價值亦可想而知。但其有數處不能不引起吾人之疑慮者, 本文作者曾一度致函蘭氏請教, 時將一載, 尚無覆函, 故不得已特提出下列諸點, 願與我國電工界諸位研討。

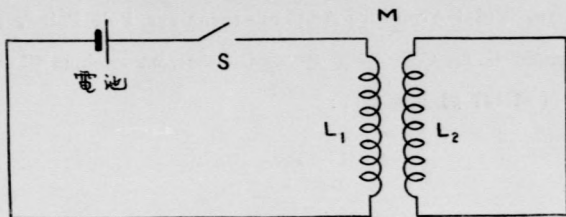
(1) 原書第 185 頁第六行 “will be even or odd depending upon the value of S”, 應改為 “will be odd”。在前一頁中之公式,  $\frac{S}{4} = x + \frac{1}{2}$ , 此內 x 必須為一整數, 則 S 必非 4 之倍數, 當  $z_s = 4$  之時, 吾人有下列之公式:

$$N_s = \frac{S}{2} = 2x + 1$$

則無論 x 為奇為偶,  $N_s$  必為奇數無疑矣。

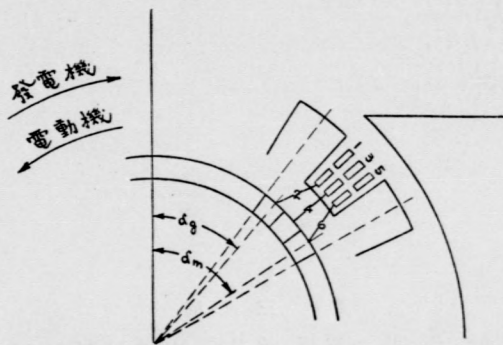
(2) 原書第 202 頁第二段第六行 “but tends to be slightly less in the motor than in the generator”, 應改為 “but tends to be slightly more in the motor than in the generator”。書中亦言明每一槽中最後一線圈之整

流最為緊要（此乃因最後之線圈，如當整流將畢時，其電流仍未完圖反向，最後一剎那間之  $L \frac{di}{dt}$  必甚大。如同槽中尚有其他線圈短接，則此項電能可以移注，其作用如變壓器之正副線圈，參考下圖，當 S 將開之時，如有



第一圖

副圈，當然可以減少火花。括弧中所論之點無非補充之意，其錯誤尚不在此。槽中導線所截之磁線強度皆視槽之地位而定，而與槽內之導線地位關係甚少。



第二圖

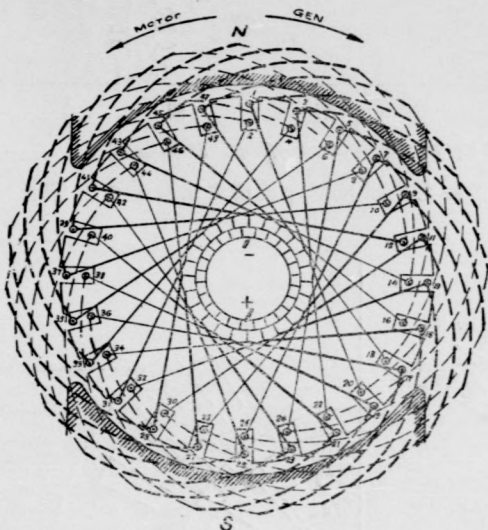
（本圖為使簡明起見，故假設用蘭氏第142頁第8c圖之線圈）。

$\alpha_g$  = 發電機之電刷角移，  $\alpha_m$  = 電動機之電刷角移。

設第二圖示電樞之地位為最適於整流之地位，則當電機作發電用時 1 與 2 為最後整流之線圈，故刷移 =  $\alpha_g$ 。當作為電動機時 5 與 6 為最後

之線圈，故刷移 =  $\alpha_m$ 。由圖中可見  $\alpha_m > \alpha_g$ 。

(3) 原書第 208 頁第 11 節，全節所論並非為 “Corrected Expression for Demagnetising Effect of Back Ampere - turns” 應改為 “Corrected Expression for Total Armature Ampere - turns per Pole Pair”。為證明此點，特將 Arnold 及 La Cour 所著之 Die Gleichstrommaschine 第一卷 (1919 版) 第 168 頁第 147 圖重繪於下：



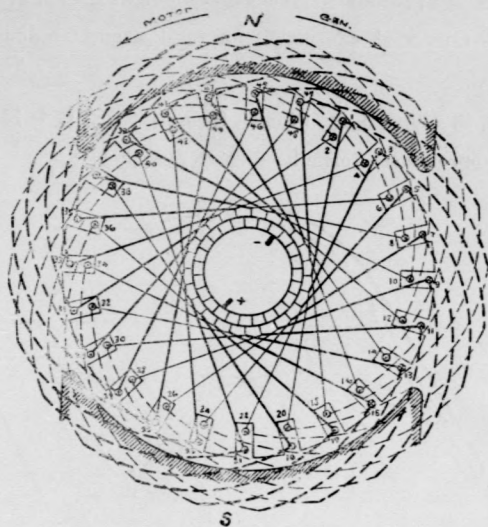
第 三 圖

圖中示 Short Chord = 三槽，故導線 11, 12, 13, 14, 15, 16 與 35, 36, 37, 38, 39, 40 之六槽，其安匝皆互相抵消，但此圖之刷移 = 0。其抵消之安匝數適為蘭氏之公式 (19) 即

$$\frac{Z}{2S} \frac{i_a}{a} \left( \frac{2S}{p} - y_1 + 1 \right) = \frac{48}{48} \frac{i_a}{a} \left( \frac{48}{2} - 19 + 1 \right) = 6 \frac{i_a}{a}$$

= Corrected expression for total armature ampere-turns.

此時並無所謂 demagnetising effect.



第 四 圖

如刷移 = 2 整流片見第四圖。吾人用蘭氏之公式 (12) 得

$$AT_d = \frac{\alpha Z i_a}{180a} = \frac{30 \times 48 i_a}{180a} = 8 \frac{i_a}{a}$$

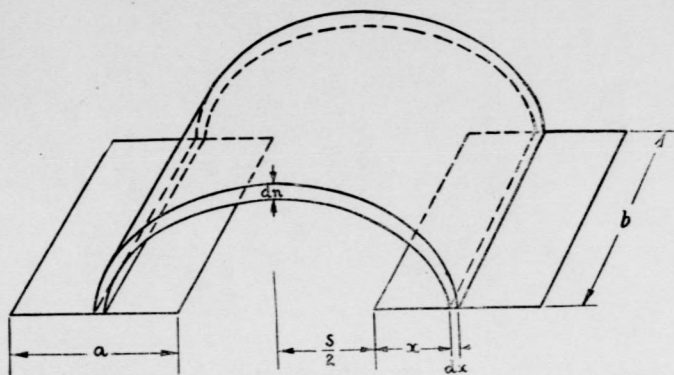
則按蘭氏之論，此時之  $AT_d$  應為

$$8 \frac{i_a}{a} - 6 \frac{i_a}{a} = 2 \frac{i_a}{a}$$

但吾人一觀第四圖則知導線 7, 8, 9, 10, 及 31, 32, 33, 34 皆為 demagnetising, 僅此亦足  $4 \frac{i_a}{a}$  之數。再有其餘之導線如 41, 42.....47, 48, 1, 2.....5, 6 及 17, 18 .....29, 30 亦有相當之 demagnetising 成分在內。(吾人欲詳細知其確實 demagnetising effect, 則極弧, 刷移及短節距皆有關係, 表之以圖亦不

難計算，但現今之直流電機多用整流極，故此處不必詳述。無論如何就以上所論，已足見蘭氏之 Corrected expression，不能應用於 demagnetising effect，而實為 Corrected expression for total armature ampere-turns per pair of poles.

(4) 原著第 240 頁上之 Finnis' formula (33)，既無證明，又無參考。且顯係一種 approximate formula。作者特證明之如下：



第 五 全

橢圓形之公式為  $\frac{u^2}{m^2} + \frac{v^2}{n^2} = 1$

此中  $m$  及  $n$  為 major 及 minor 軸。

設注意第五圖之橢圓片。

其在  $x$  軸之厚為  $dx$ 。

同時，  $m = \frac{S}{2} + x$

$$e = \frac{S/2}{S/2+x} = \frac{S}{S+2x}$$

$$n = m \sqrt{1 - e^2} = \sqrt{Sx + x^2}$$

$$\therefore dn = \frac{1}{2} (Sx + x^2)^{-\frac{1}{2}} (S + 2x) dx$$

故平均片之厚為

$$\frac{dn+dx}{2} = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{1}{2} (Sx+x^2)^{-\frac{1}{2}} (S+2x) \right] dx$$

$$\text{半橢圓之線長} = \pi m \left( 1 - \frac{1}{4} e^2 - \frac{3}{64} e^4 - \frac{5}{256} e^6 - \dots \dots \dots \right)$$

$$\cong \pi m \left( 1 - \frac{1}{4} e^2 \right), \text{ 因第三數及以後者皆甚微小.}$$

如吾人比較下列兩公式

$$\pi m \left( 1 + \frac{1}{4} e^2 \right) \text{ 及 } \frac{\pi}{2} m \left( 1 + \sqrt{1+e^2} \right)$$

將第二公式覽開, 即得

$$\begin{aligned} \frac{\pi}{2} m \left[ 1 + 1 - \frac{1}{2} e^2 + \dots \dots \right] &= \frac{\pi}{2} m \left[ 2 - \frac{1}{2} e^2 \right] \\ &= \pi m \left( 1 - \frac{1}{4} e^2 \right). \end{aligned}$$

$$\text{故半橢圓線長} \cong \frac{\pi}{2} m \left[ 1 + \sqrt{1-e^2} \right] = \frac{\pi}{2} m \left[ 1 + \frac{(x^2 + Sx)^{\frac{1}{2}}}{m} \right]$$

$$= \frac{\pi}{2} \left( x + \sqrt{x^2 + Sx} + \frac{S}{2} \right)$$

是以薄片之磁導為,

$$dP = \frac{b \times \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{1}{2} (Sx+x^2)^{-\frac{1}{2}} (S+2x) \right] dx}{\frac{\pi}{2} \left( x + \sqrt{x^2 + Sx} + \frac{S}{2} \right)}$$

總磁導爲

$$P = \int_0^a \frac{b}{\pi} \frac{[1 + \frac{1}{2}(Sx + x^2)]^{-\frac{1}{2}}(S + 2x)}{(x + \sqrt{x^2 + Sx + \frac{S}{2}})}$$

但分子爲分母之微分，

$$\begin{aligned} P &= \frac{b}{\pi} \log_e \left[ x + \sqrt{x^2 + Sx + \frac{S}{2}} \right]_0^a \\ &= \frac{b}{\pi} \log_e \frac{a + \sqrt{a^2 + Sa} + \frac{S}{2}}{\frac{S}{2}} \\ &= \frac{b}{\pi} \log_e \left[ \frac{2(a + \sqrt{a^2 + Sa})}{S} + 1 \right] \end{aligned}$$

(5) 原書第 284 頁第 18 行 “thus, if two machines in parallel are each delivering full load current and one of them should develop a momentary drop in speed, the heavy equalising current might open its circuit breaker, if incorrectly placed”, 此處所指之 incorrectly placed 想係將 circuit breaker 置於 A'A' 之處。但在 series field winding 之中並無所謂 equalising current。蓋 series field winding 中之電流之和即爲總電荷之電流。而總電荷絕不能因一電機之速度暫緩而增加，故 series field winding 內之電流祇能暫減而無增加，則 circuit breaker 置於此處亦不能因速度暫低而開。其所以應置於 AA 處而不置於 A'A' 處者，實因前者絕對保護電樞，而後者僅保護 series field winding 而已。

(6) 原書第 324 頁第二段第六行 “The intercept on the speed axis (corresponding to  $r=0$ ) is  $V/(\mathcal{G}'Z')_1$  which is the ideal zero-load speed corresponding to the magnetisation  $(\mathcal{G}'Z')_1$ ”。此處頗易引起誤會。蓋在 ideal no load 之時，磁場之安匝爲 OF。(見蘭氏第 17 圖)，並非 OF，故在 ideal



no load 之時  $\phi Z'$  亦不應為  $(\phi Z')_1$ 。一方面即言 ideal no load, 又一方面則言  $(\phi Z')_1$ , 實屬矛盾, 不如以不講為佳。

(7) 原書第 326 頁公式 (15)

$$n = \frac{V - i_1 r_a}{(\phi Z')_1}$$

為 ordinate of p 點。但見第 17 圖 p 並不在

$$n = \frac{V - i_1 r}{(\phi Z')_1}$$

線上, 而在

$$n = \frac{V - i_2 r}{(\phi Z')_2}$$

線上, 故公式 (15) 應改為

$$n = \frac{V - i_2 r_a}{(\phi Z')_2}$$

(8) 以上第 (6) (7) 兩點中所討論之問題猶其枝節而已。蘭氏在該節中並未指明最後一步。如吾人設使

$$\rho \approx \frac{i_2}{i_1}$$

如僅用公式 (20), 絕不能解答問題。因  $m$  及  $\rho$  不能同時假定為已知數。若吾人注意最後一步之情形, 可得公式如下, 設起動電阻之最後一步為  $r_m$ , 電樞電阻為  $r_a$ , 當起動電阻僅包括  $r_m + r_a$  之時, 其速度 (蘭氏第 17 圖 1 點) 為

$$n_2 = \frac{V}{(\phi Z')_2} - \frac{i_2}{(\phi Z')_2} (r_m + r_a)$$

今忽移至最後一步 ( $m$  點), 速度不能即變, 故

$$n_1 = \frac{V}{(\phi Z')_1} - \frac{i_1}{(\phi Z')_1} r_a$$

因  $r_o = 0$   $(\phi Z')_1 = (\phi Z')_2$

且  $n_1 = n_2$

故  $\frac{V}{(\phi Z')_2} - \frac{i_2}{(\phi Z')_2} (r_m + r_a) = \frac{V}{(\phi Z')_1} - \frac{i_1}{(\phi Z')_1} r_a$

$$\frac{r_m}{r_a} = \frac{i_1}{i_2} - 1 = \frac{1}{\rho} - 1 = a - 1$$

$$R + r_a = r_m (1 + a + a^2 + \dots + a^{m-1}) + r_a$$

$$= r_a (a-1) \frac{a^m - 1}{a-1} + r_a = r_a a^m$$

$$\therefore a = \frac{1}{\rho} = \sqrt[m]{\frac{R+r_a}{r_a}} = \sqrt[m]{\frac{V}{i_1 r_a}}$$

用此公式後方能得正確之答案。因蘭氏未悉此理，故在第 392 頁之題目中第 9 題如吾人以  $i_1 = 45$  安， $i_2 = 37$  安，絕對不得要領。如不以  $i_2$  為 37，然  $m$  仍為 5 吾人可得  $i_2 = 29.6$  安，又小於 37 安，亦非起動時所應有之現象。且在原書第 326 頁第二節，蘭氏亦言 “Since the number of steps in the rheostat is a whole number, it is clear that  $i_1$  and  $i_2$  can not be arbitrarily chosen, and that the relation between them is a function of the number of steps”。而此 function 絕非蘭氏之公式 (20) 所能了事。作者所錄之公式即此最重要之公式也。

(9) 原書第 380 頁公式 (49)

$$I' = \frac{m'}{32.2} \left( \frac{30 V'}{\pi n} \right)^2$$

與以前之公式 (47) 不符，應改為

$$I' = m' \left( \frac{30 V'}{\pi n} \right)^2$$

(10) 原書第 433 頁公式 (26) 及第 449 頁之公式

$$E_{c0} = \frac{Z}{S} l'v B_0 \times 10^{-8} < 4 \text{ to } 4\frac{1}{2} \text{ volts.}$$

此數較實際約大一倍。在 R. G. Lamme 所著之“Physical Limitations in Direct-Current Commutating Machinery” Trans. A. I. E. E. vol. XXXIV, Part II. p 1739 內所言之“apparant short circuit e. m. f. < 4 to 4½ 係指  $e_r$  並非指  $E_{c0}$ ，而蘭氏誤以為  $E_{c0}$ 。如按蘭氏以  $E_{c0} < 4$  至  $4\frac{1}{2}$  則按其第 431 頁之第 21 圖所示，reactance voltage 當為 < 8 至 9 伏。但在 A. Gray 所著之“Electrical Machine Design”第 108 頁，有整流極之電機，其 reactance voltage 尚且不得過 3.5 至 6 伏，今無整流極而竟高至 8 或 9 則未免過於不諳設計之常數矣。且 Arnold 及 La Cour 所著之“Die Gleichstrommaschine”第 390-391 頁述之甚詳，其公式為（將字母改與蘭氏所用者同，以便比較。）

$$\frac{b}{\beta} \frac{p}{a} E_{c0} = \frac{b}{\beta} \frac{p}{a} \frac{Z}{S} l'v B_0 \times 10^{-8} < 5 \text{ to } 7.5 \text{ 伏}$$

今假設  $\frac{b}{\beta} \frac{p}{a} = 3$  以為例

則  $E_{c0} = \frac{Z}{S} l'v B_0 \times 10^{-8} < 1.67 \text{ to } 2.5 \text{ 伏}$

且徵之於 H. M. Hobart 所著之“Direct Current Motors”關於無整流極之並連電動機（第 208 頁）， $e_r = 1.25$  至 4.4 伏。如按  $e_r \cong 2 E_{c0}$  之定律，則其  $E_{c0}$  當為 0.625 至 2.2 伏。豈各權威皆同謬而蘭氏獨然哉？

(11) 原書第 435 頁第二節第 10 行 “If the average value of the potential difference between adjacent segments is fairly high under normal-load conditions, the additional e. m. f. may cause a spark discharge between the

tips of adjacent commutator segments” 一若電流突增之感應電勢方向與原有之電勢之方向相同，而實際則相反，但若在隣近整流片間之原來電勢甚大，此即指每圈匝數多，電樞長種種關係，當然電流突增時之感應電勢亦大。

(12) 原書第 442 頁公式 (38) 爲 Arnold 之公式，但係根據 Arnold 第二版。但在 1919 年 Arnold 之第三版已問世，蘭氏之第四版於 1931 始出，然 Arnold 第三版之公式已非公式 (38) (見其第三版第 272 至 274 頁) 而蘭氏毫不言及，其疏忽亦可見矣。

(13) 原書第 450 頁第 24 行 “The contact drop in the direction from commutator to brush is generally somewhat higher than that in the direction from brush to commutator” 應改爲 “The contact drop in the direction from commutator to brush is generally somewhat lower than that in the direction from brush to commutator”。關於此項爲吾人所通知，如不如，可參考 M. Walker 所著 “The Specification and Design of Dynamo-Electric Machinery” 第 483 頁第 427 圖。

(14) 原書第 471 頁  $L_2$  之公式爲

$$L_2 = \frac{4\pi}{10^9} z^2 l'_i \frac{(b'_i - r_1)^2}{6\delta_i}$$

應改爲

$$L_2 = \frac{4\pi}{10^9} z^2 l'_i \frac{(b'_i - r_1)}{3\delta_i}$$

因蘭氏忘用  $\frac{b_i - r_1}{2}$  以除之。

(15) 原書第 492 頁第 6 圖爲串連電動機之鉄耗，其坐標爲電壓。按第 491 頁第二節第 11 行謂 “The armature voltages ordinarily used in this

test are 250, 400, and 550 volts for 550-volt motors……”，則圖中坐標之電壓亦必指試驗時之電樞電壓。如此當“watts”=0 之時，磁場電流愈大，其電樞之電壓應愈小，然第 6 圖則反是。婁君爾康特爲此做一試驗，所得之結果與作者所期望者相同。

今作退一步想，設坐標之電壓爲實用時磁場綫捲與電樞串連時之電樞電壓（此已與第 491 頁所言不符），當 watts=0，此數點次序尙是，而蘭氏絕未言明此點。總之此段至少使讀者徬徨不知所云。（作者竊疑蘭氏之第 6 圖得自他處，而未能予以正確之說明，以致於此。）

(16) 原書第 565 頁公式 (27) 第一項

$$\alpha = \frac{kZ}{60 \cdot 10^8} \delta^1 (\psi + 4k - 1) \left( C + \frac{4\pi}{10} \frac{Z}{2\delta} \frac{1-\psi}{4} \right).$$

應改爲

$$\alpha = \frac{kZ}{60 \cdot 10^8} \delta^1 (\psi + 4k - 1) \left( C + \frac{4\pi}{10} \frac{Z}{2\delta} \frac{1-\psi}{4} \right).$$

(17) 原書第 569 頁公式 (46)

$$(n')^3 - n' \left( \frac{C}{A} + \frac{B^2}{3A^2} \right) - \frac{2}{27} \frac{B^3}{A^3} - \frac{BC}{A^2} - \frac{D}{A} = 0,$$

應改爲

$$(n')^3 - n' \left( \frac{C}{A} + \frac{B^2}{3A^2} \right) - \frac{2}{27} \frac{B^3}{A^3} - \frac{BC}{3A^2} - \frac{D}{A} = 0.$$

(18) 原書第 569 頁中間 “This equation will have no real roots if the condition is satisfied that

$$\frac{1}{27} \left( \frac{C}{A} + \frac{B^2}{3A^2} \right)^3 < \frac{1}{4} \left( \frac{2B^3}{27A^3} + \frac{BC}{A^2} + \frac{D}{A} \right)^2.”$$

除此公式應改爲

$$\frac{1}{27} \left( \frac{C}{A} + \frac{B^2}{3A^2} \right)^3 < \frac{1}{4} \left( \frac{2B^3}{27A^3} + \frac{BC}{3A^2} + \frac{D}{A} \right)^2$$

外，此項公式乃爲該三次方程方僅有一個實根，兩個虛根之條件，而爾氏竟謂無實根之條件，則其疏略亦瞭然矣。讀者可以參考 L. E. Dickson 所著之“First Course in the Theory of Equations”。

按此種名著在我國通用頗久，故其影響亦較大。本篇僅限於指出其謬誤之點，至於其材料若何，是否適於我國大學之情形，實出乎本文範圍之外，姑置之。

# 試製感應電動機之經過\*

范 崇 武

摘要。 本篇首述三相感應電動機之設計與製造上的一般情形。繼述清華大學電機製造實習室首造10馬力籠式電動機的經過情形。

## (一) 設計大概†

(1) 軀架大小 (Frame size) 設計電動機時，首先決定靜子的適當長(L)和其內徑(D)，因 $(D^2L)$ 是被電動機的額定量所節制的。決定(L)和(D)，就是決定軀架大小。在理論上說來，其大小的種類愈多愈好，不過一個製造電動機的工廠，如果要有很快的大宗出品，其工具必須適當，整齊，貫通而且更要簡省，因之，軀架大小的種類，不能繁多，而應有一個適當的範圍。下面第一表是英國普通用的電動機軀架大小的標準，第二表是電動機式樣，極數和軀架大小的關係。

---

\* 曾在廿五年五月中國電機工程師學會第二屆年會中宣讀

† 電工論文分論 E134.4×E180

† 本篇首述的設計與製造，大概，類乎英國的標準，以供國人參考。英國標準感應電動機是指保護通風式，電壓420伏，週波50，溫度升高40度攝氏。

第一表 (軀架大小標準)

軀架 號目	靜子鐵 心外徑 弄米	鐵心 長 弄米	10弄米 氣洞 數	鐵靜 心長 弄米	極數	靜子 內徑 弄米	D <sup>2</sup> L [弄米] <sup>2</sup>	鐵心 約重 磅
A	210	50		50	2	110	606	22.5
					4以上	130	845	20
2		70		70	2	110	790	30
					4以上	130	1000	27.5
B	240	65		65	2	130	1100	37
					4	150	1520	32
2		95		95	6以上	165	1770	29
					2	130	1520	55
C	290	90		90	4	150	2020	74
					6以上	185	3000	66.5
2		120		120	2	150	2700	100
					4	185	4120	00
D	345	105		105	6以上	200	4800	84
					2	185	3600	128
2		140		140	4	225	5320	115
					6以上	245	6300	102
E	405	115		115	2	185	4800	171
					4	225	7100	154
2		150		150	6以上	245	8400	137
					4	270	8400	173
F	465	120		120	6以上	290	9700	152
					4	270	10900	230
2		160		160	6以上	290	12600	202
					4	315	11900	241
G	530	130	1	120	4與6	360	15500	318
			8以上	400	19200	218		
2		180	2	160	4與6	360	20700	434
					8以上	400	25600	384
H	590	160	2	140	4與6	400	22400	472
					8以上	450	28400	410
2		200	2	180	4與6	400	28800	595
					8以上	450	36500	518
j	655	185	2	165	4與6	450	33400	666
					8以上	500	41200	570
2		240	3	210	4與6	450	42500	860
					8以上	500	52500	746



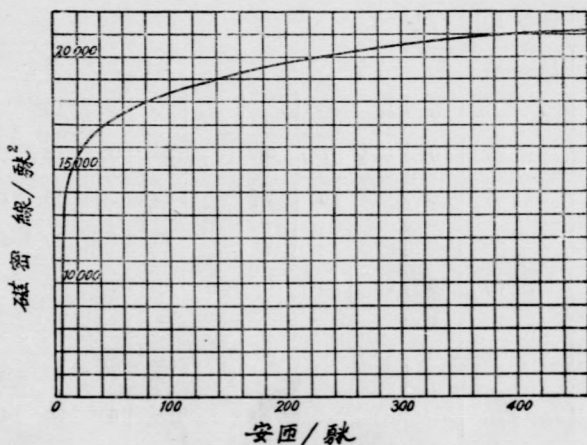
k	1	725	220	3	190	4與8以上	500 560	47500 59500	950 830
	2		270	3	240	4與8以上	500 560	60000 75300	1170 1020

第二表 ( 軀架大小與電動機額定量關係 )

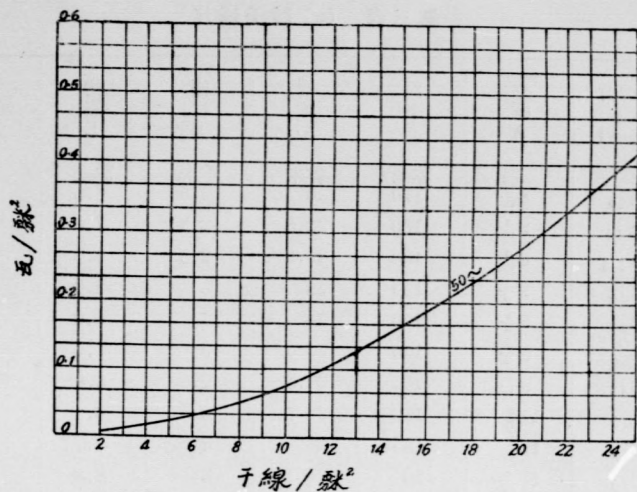
軀架 號目	籠式感應電動機						滑環式感應電動機					
	2極 估馬力	4極 估馬力	6極 估馬力	8極 估馬力	10極 估馬力	12極 估馬力	2極 估馬力	4極 估馬力	6極 估馬力	8極 估馬力	10極 估馬力	12極 估馬力
1 A		1										
2 A	2	2										
1 B	3		2	1				3				
2 B	5		3	2				5				
1 C	7½	7½	5	3				5				
2 C	12½	10	7½	5				7½				
1 D	15	15	10	7½				15	10	7½		
2 D	25	20	15	10				20	15	10		
1 E		25	20	12½	7½	5		25	20	12½	7½	5
2 E		35	25	15	10	7½		35	25	15	10	7½
1 F		40	30	20	15	10		40	30	20	15	10
2 F		50	40	25	20	15		50	40	25	20	15
1 G								60		30	25	20
2 G								75	50	40	30	25
1 H								100	60	50	40	30
2 H									75	60	50	40
1 j								150	100	75	60	50

2	j						200	125	100	75	60
1	k							150	125	100	75
2	k							200	150	125	100

(2) 鐵片 (stampings) 軀架既定, 乃選擇心子鐵片。鐵片厚度約自 12 呎至 20 呎。(1 呎 =  $\frac{1}{1000}$  吋) 其普通的性質如第一第二兩圖。第二圖所表示的是 20 呎厚之鐵片。同質鐵片, 厚度減至 12 呎時, 耗失約可減少 20%。第三表 A 與 B 是靜子鐵片的各種尺寸, 和槽的形狀及個數。第四表是滑環式轉子鐵片。第五表是籠轉子鐵片。鐵片的編號法, 如 S<sub>3</sub> D<sub>54</sub> 者, S 代表靜子鐵片, 3 代表極數之半, D 代表軀架號目, 54 代表槽數。如為 R, 則 R 代表滑環式或籠式轉子鐵片。

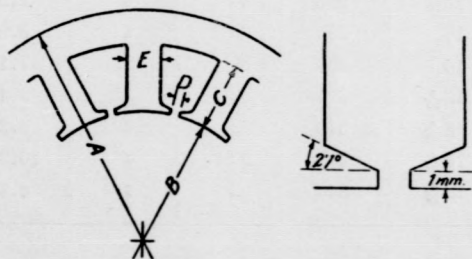


第一圖 鐵片之磁密與磁化力關係



第二圖 磁密與耗失關係

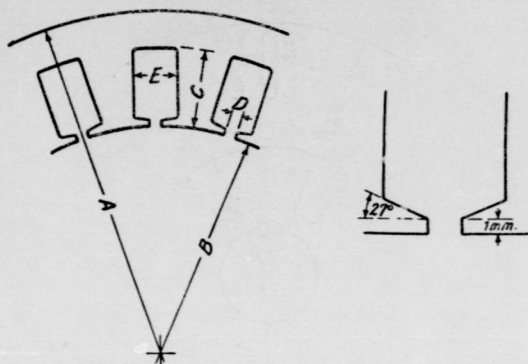
第三表 (a) 附圖



第三表 (a) 靜子鐵片

鐵 片 號 目	外 徑 A	內 徑 B	槽 深 C	槽 口 D	齒 闊 E	槽 數
S <sub>1</sub> A <sub>24</sub>	吋 $8\frac{5}{16}$	秀米 110	秀米 20	秀米 2.5	秀米 6.5	24
S <sub>2</sub> A <sub>24</sub>	$8\frac{5}{16}$	130	22.5	2.5	7.5	24
S <sub>3</sub> A <sub>36</sub>	$8\frac{5}{16}$	130	22.5	2.5	5.0	36
S <sub>1</sub> B <sub>24</sub>	$9\frac{1}{2}$	130	20	3	8.0	24
S <sub>2</sub> B <sub>36</sub>	$9\frac{1}{2}$	150	24	3	6.0	36
S <sub>3</sub> B <sub>36</sub>	$9\frac{1}{2}$	165	22.5	3	6.6	36
S <sub>4</sub> B <sub>48</sub>	$9\frac{1}{2}$	165	22.5	2.5	5.0	48
S <sub>1</sub> C <sub>36</sub>	$11\frac{7}{16}$	150	26	3	6.0	36
S <sub>2</sub> C <sub>36</sub>	$11\frac{7}{16}$	185	26	4	7.7	36
S <sub>3</sub> C <sub>36</sub>	$11\frac{7}{16}$	200	26	3	8.3	36
S <sub>4</sub> C <sub>48</sub>	$11\frac{7}{16}$	200	26	3	6.2	48
S <sub>1</sub> D <sub>36</sub>	$13\frac{5}{8}$	185	26	4	7.5	36
S <sub>2</sub> D <sub>48</sub>	$13\frac{5}{8}$	225	26	4	6.8	48
S <sub>3</sub> D <sub>54</sub>	$13\frac{5}{8}$	245	27	3.5	6.8	54
S <sub>4</sub> D <sub>48</sub>	$13\frac{5}{8}$	245	27	3.5	7.7	48
S <sub>2</sub> E <sub>48</sub>	16	270	30	4	8.2	48
S <sub>3</sub> E <sub>54</sub>	16	290	30	4	7.9	54
S <sub>4</sub> E <sub>48</sub>	16	290	30	4	8.9	48
S <sub>5</sub> E <sub>60</sub>	16	290	30	3.5	7.1	60
S <sub>2</sub> F <sub>48</sub>	$18\frac{5}{16}$	315	32	4	9.4	48
S <sub>3</sub> F <sub>54</sub>	$18\frac{5}{16}$	340	32	4	9.2	54
S <sub>4</sub> F <sub>48</sub>	$18\frac{5}{16}$	340	32	4	10.3	48
S <sub>5</sub> F <sub>60</sub>	$18\frac{5}{16}$	340	32	4	8.3	60

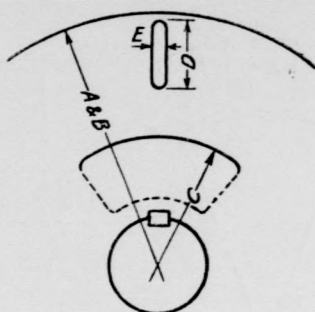
第三表 (b) 附圖



第三表 (b) 靜心鐵片

鐵片號	片目	外徑 A 吋	內徑 B 毫米	槽深 C 毫米	槽口 D 毫米	齒闊 E 毫米	槽數
S <sub>2</sub> G <sub>72</sub>		21	360	35	4	9.6	72
S <sub>4</sub> G <sub>72</sub>		21	400	35	4	10.5	72
S <sub>5</sub> G <sub>60</sub>		21	400	35	4	12.7	60
S <sub>2</sub> H <sub>72</sub>		23 $\frac{1}{4}$	400	38	4	10.3	72
S <sub>4</sub> H <sub>72</sub>		23 $\frac{1}{4}$	450	38	4	11.8	72
S <sub>5</sub> H <sub>60</sub>		23 $\frac{1}{4}$	450	38	4	14.1	60
S <sub>2</sub> j <sub>72</sub>		25 $\frac{1}{4}$	450	40	4	11.5	72
S <sub>4</sub> j <sub>96</sub>		25 $\frac{3}{4}$	500	40	4	9.9	96
S <sub>5</sub> j <sub>60</sub>		25 $\frac{3}{4}$	500	40	4	15.8	60
S <sub>6</sub> j <sub>108</sub>		25 $\frac{3}{4}$	500	40	4	8.8	108
S <sub>2</sub> k <sub>72</sub>		28 $\frac{1}{2}$	500	42	4	13.2	72
S <sub>4</sub> k <sub>96</sub>		23 $\frac{1}{2}$	560	42	4	8.8	120
S <sub>6</sub> k <sub>108</sub>		23 $\frac{1}{2}$	560	42	4	9.8	108

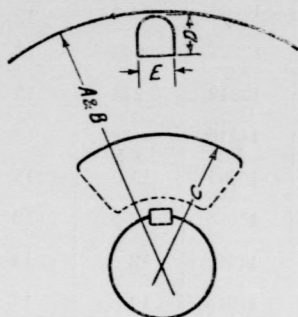
第四表 附圖



第四表 滑環轉子鐵片

鐵片 號目	外徑 A(毛)	外徑 B(光)	心下 直徑 C	槽 深 D	槽 闊 E	線 組	槽 數
R <sub>2</sub> B <sub>48</sub>	149.8	5.886	69	20	4.5	6/.092	48
R <sub>3</sub> B <sub>54</sub>	164.8	6.476	94	20	4.5	6/.092	54
R <sub>2</sub> C <sub>48</sub>	184.7	7.260	80	26	5.0	7/.104	48
R <sub>3</sub> C <sub>54</sub>	199.7	7.850	109	26	5.0	7/.104	54
R <sub>2</sub> D <sub>60</sub>	224.5	8.898	102	30	5.0	8/.104	60
R <sub>3</sub> D <sub>72</sub>	244.5	9.622	140	28.7	4.7	8/.093	72
R <sub>2</sub> E <sub>60</sub>	269.4	10.606	127	33	6.0	7/.128	60
R <sub>3</sub> E <sub>72</sub>	289.4	11.378	170	33.5	5.5	8/.116	72
R <sub>5</sub> E <sub>90</sub>	289.4	11.378	170	28.7	4.7	8/.098	90
R <sub>2</sub> F <sub>60</sub>	314.3	12.357	157	35.5	6.5	7/.144	60
R <sub>3</sub> F <sub>72</sub>	339.3	13.342	206	36	6.0	8/.128	72
R <sub>5</sub> F <sub>90</sub>	329.3	13.342	206	53.5	5.5	8/.116	90
R <sub>2</sub> G <sub>108</sub>	359.1	14.118	8 $\frac{1}{4}$	34	4.7	條形 4導體	108
R <sub>4</sub> G <sub>108</sub>	399.3	15.701	10 $\frac{1}{4}$	34	4.7	4,,	108
R <sub>2</sub> H <sub>108</sub>	399.3	15.685	9 $\frac{1}{4}$	34	4.7	4,,	108
R <sub>4</sub> H <sub>108</sub>	449.2	17.665	12	34	4.7	4,,	108
R <sub>2</sub> J <sub>120</sub>	449.2	17.616	10 $\frac{3}{4}$	34	4.7	2,,	120
R <sub>4</sub> J <sub>135</sub>	499.1	19.630	13 $\frac{1}{4}$	34	4.7	2,,	135
R <sub>2</sub> K <sub>135</sub>	499.1	19.606	12 $\frac{1}{4}$	34	4.7	2,,	135
R <sub>4</sub> K <sub>144</sub>	559.0	11.988	15 $\frac{1}{4}$	34	4.7	2,,	144

第五表 附圖



第五表 籠轉子鐵片

鐵片 號 目	外徑 A(毛)	外徑 B(光)	心子 下直徑 C	槽深 D	槽闊 E	槽數
R <sub>1</sub> A <sub>27</sub>	秀米 109.8	吋 4.327	秀米 空洞	秀米 9	秀米 5.5	27
R <sub>2</sub> A <sub>33</sub>	129.8	5.101	空洞	9	5.5	33
R <sub>1</sub> B <sub>33</sub>	129.8	5.105	空洞	9	5.5	33
R <sub>2</sub> B <sub>27</sub>	149.8	5.886	89	00.5	8.0	27
R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>	164.8	6.476	116	9	5.5	39
R <sub>1</sub> C <sub>27</sub>	149.8	5.886	空洞	00.5	8.0	27
R <sub>2</sub> C <sub>33</sub>	181.7	7.260	111	00.5	8.0	33
R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>	199.7	7.850	140	10.5	8.0	33
R <sub>1</sub> D <sub>33</sub>	184.7	7.260	空洞	10.5	8.0	33
R <sub>2</sub> D <sub>39</sub>	224.5	7.898	141	10.5	8.0	39
R <sub>3</sub> D <sub>43</sub>	244.5	9.622	176	10.5	8.0	43
R <sub>1</sub> E <sub>39</sub>	224.5	8.898	空洞	10.5	8.0	39
R <sub>2</sub> E <sub>39</sub>	269.4	10.626	147	13	9.5	39

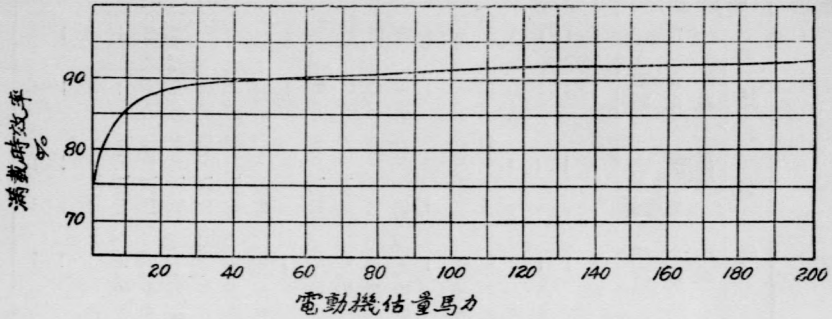
R <sub>3</sub> E <sub>43</sub>	289.4	11378	210	13	9.5	43
R <sub>1</sub> F <sub>39</sub>	269.4	10606	空洞	13	9.5	39
R <sub>2</sub> F <sub>45</sub>	314.3	12357	202	13	9.5	45
R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>	339.3	13342	272	13	9.5	51
R <sub>2</sub> G <sub>57</sub>	359.1	14118	時 $8\frac{1}{4}$	13	9.5	57
R <sub>4</sub> G <sub>63</sub>	399.3	15701	$10\frac{1}{2}$	13	9.5	63
R <sub>2</sub> H <sub>63</sub>	399.7	15685	$9\frac{1}{4}$	13	9.5	63
R <sub>4</sub> H <sub>69</sub>	499.2	17665	12	13	9.5	69
R <sub>2</sub> J <sub>69</sub>	499.2	17646	$10\frac{3}{4}$	13	9.5	69
R <sub>4</sub> J <sub>75</sub>	499.1	19630	$13\frac{3}{4}$	13	9.5	75
R <sub>2</sub> k <sub>75</sub>	499.1	19606	$12\frac{1}{4}$	13	9.5	75
R <sub>4</sub> k <sub>81</sub>	559.0	21988	$15\frac{1}{4}$	13	9.5	81

(3) 線組\* (winding) 電動機用的鐵片決定後，磁路問題決定了。第二個問題，就是綫組的如何選擇和決定。選擇綫組時，要注意三點，第一點每槽銅線數，第二點銅線粗細，第三點線組式樣。關於這三點如何決定？當然和電動機的估量，鐵片的形式，磁路負載等有相當關係，第六表所載的，不過是靜子線組的一般情形，至於線組式樣，以全圈式 (whole coil) 為有利。半圈式 (half-coil) 集中式 (Concentric) 也時可應用。至於轉子線組，較為簡單。第七表是關係籠轉子線組，第八表是關係滑環式的轉子綫組。

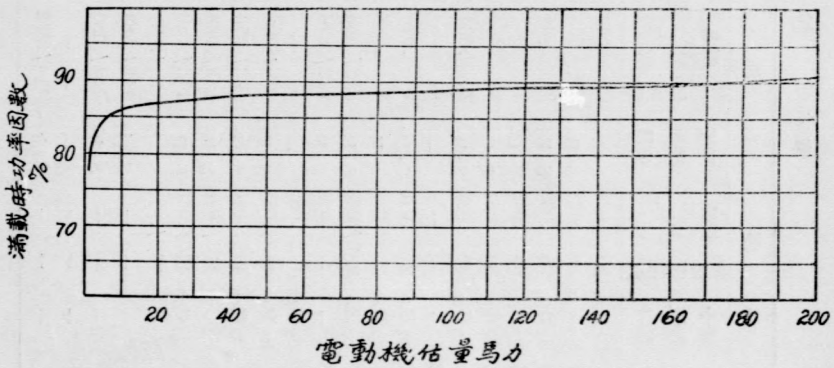
(4) 效率及功率因數 (effiaienty & power factor)。電動機在普通應用上，注意的，還在效率及功率因數，依照上列各表中的設計，其滿載時效率和功率因數與電動機估量的關係，可參看第三第四兩圖。

\* winding 中國工程師學會，譯線繞，教育部公佈之物理學名詞譯法，繞組，在此譯線組兼兩者而取以銅線組成之意。





第三圖 電動機估量與效率



第四圖 電動機估量與功率因數

第六表 靜子線組

電動機佔量馬力	2 極		4 極		6 極		8 極		10 極		12 極	
	靜子鐵片號目	每槽銅線數	靜子鐵片號目	每槽銅線數	靜子鐵片號目	每槽銅線數	靜子鐵片號目	每槽銅線數	靜子鐵片號目	每槽銅線數	靜子鐵片號目	每槽銅線數
1	—	—	S <sub>2</sub> A <sub>24</sub> 130	.030	S <sub>3</sub> A <sub>36</sub>	.030	S <sub>4</sub> B <sub>48</sub>	85	—	—	—	—
2	S <sub>1</sub> A <sub>24</sub>	52	S <sub>2</sub> A <sub>24</sub> 88	.038	S <sub>3</sub> B <sub>36</sub>	.038	S <sub>4</sub> B <sub>48</sub>	55	—	—	—	—
3	S <sub>1</sub> B <sub>24</sub>	85	S <sub>2</sub> B <sub>36</sub> 95	.032	S <sub>3</sub> B <sub>36</sub> 90	.034	S <sub>4</sub> C <sub>48</sub>	84	—	—	—	—
5	S <sub>1</sub> B <sub>24</sub>	58	S <sub>2</sub> B <sub>36</sub> 65	.040	S <sub>3</sub> C <sub>36</sub>	.044	S <sub>4</sub> C <sub>48</sub>	59	—	—	S <sub>3</sub> E <sub>34</sub>	64
7½	S <sub>1</sub> C <sub>26</sub>	40	S <sub>2</sub> C <sub>36</sub> 58	.054	S <sub>3</sub> C <sub>36</sub>	.054	S <sub>4</sub> D <sub>48</sub>	55	S <sub>5</sub> E <sub>60</sub>	45	S <sub>3</sub> E <sub>54</sub>	482/.062
10	—	—	S <sub>2</sub> C <sub>36</sub> 40	.062	S <sub>3</sub> D <sub>54</sub>	.064	S <sub>4</sub> D <sub>48</sub>	42	S <sub>5</sub> E <sub>60</sub>	34	S <sub>3</sub> F <sub>54</sub>	502/.068
12½	S <sub>1</sub> D <sub>36</sub>	25	—	—	—	—	S <sub>4</sub> E <sub>48</sub>	41	—	—	—	—
15	S <sub>1</sub> D <sub>36</sub>	24	S <sub>2</sub> D <sub>48</sub> 29	.076	S <sub>3</sub> D <sub>54</sub>	.076	S <sub>4</sub> E <sub>48</sub>	33	S <sub>5</sub> F <sub>60</sub>	34	S <sub>3</sub> F <sub>54</sub>	36
20	—	—	S <sub>2</sub> D <sub>48</sub> 22	.088	S <sub>3</sub> E <sub>54</sub>	.088	S <sub>4</sub> F <sub>48</sub>	33	S <sub>5</sub> F <sub>60</sub>	26	S <sub>4</sub> G <sub>72</sub>	28
25	S <sub>1</sub> D <sub>36</sub>	172/.072	S <sub>2</sub> E <sub>48</sub> 232/.068	—	S <sub>3</sub> E <sub>54</sub>	212/.068	S <sub>4</sub> F <sub>48</sub>	252/.072	S <sub>5</sub> G <sub>60</sub>	282/.068	S <sub>4</sub> G <sub>72</sub>	222/.092
30	—	—	—	—	S <sub>3</sub> F <sub>54</sub>	232/.076	S <sub>4</sub> G <sub>72</sub>	192/.072	S <sub>5</sub> G <sub>60</sub>	222/.080	S <sub>4</sub> H <sub>72</sub>	223/.080
35	—	—	S <sub>2</sub> E <sub>48</sub> 172/.080	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	S <sub>2</sub> F <sub>48</sub> 183/.072	—	S <sub>3</sub> F <sub>54</sub>	172/.088	S <sub>4</sub> G <sub>72</sub>	142/.092	S <sub>5</sub> H <sub>60</sub>	212/.092	S <sub>4</sub> H <sub>72</sub>	173/.092
50	—	—	S <sub>2</sub> F <sub>48</sub> 143/.080	—	S <sub>3</sub> G <sub>72</sub>	123/.076	S <sub>4</sub> H <sub>72</sub>	143/.976	S <sub>5</sub> H <sub>60</sub>	332/.072	S <sub>6</sub> J <sub>108</sub>	113/.083
60	—	—	S <sub>2</sub> G <sub>72</sub> 113/.080	—	S <sub>3</sub> H <sub>72</sub>	123/.083	S <sub>4</sub> H <sub>72</sub>	113/.092	S <sub>5</sub> J <sub>60</sub>	173/.092	S <sub>6</sub> J <sub>108</sub>	93/.092
75	—	—	S <sub>2</sub> G <sub>72</sub> 172/.076	—	S <sub>3</sub> H <sub>72</sub>	192/.080	S <sub>4</sub> J <sub>60</sub>	172/.088	S <sub>5</sub> J <sub>60</sub>	272/.088	S <sub>6</sub> K <sub>108</sub>	172/.088
100	—	—	S <sub>2</sub> H <sub>72</sub> 162/.088	—	S <sub>3</sub> J <sub>72</sub>	94/.092	S <sub>4</sub> J <sub>60</sub>	133/.080	S <sub>5</sub> K <sub>120</sub>	133/.080	S <sub>6</sub> K <sub>108</sub>	143/.080
125	—	—	—	—	S <sub>3</sub> J <sub>72</sub>	143/.083	S <sub>4</sub> K <sub>96</sub>	133/.088	S <sub>5</sub> K <sub>120</sub>	103/.088	—	—
150	—	—	—	—	S <sub>3</sub> K <sub>72</sub>	144/.080	S <sub>4</sub> K <sub>96</sub>	114/.083	—	—	—	—
175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	—	—	S <sub>3</sub> K <sub>72</sub>	114/.092	—	—	—	—	—	—

第七表 鐵轉子線組

電動機 標估 馬力	2 極		4 極		6 極		8 極		10 極		12 極		附註
	轉子 鐵片 號目	尾環 截面 絲 <sup>2</sup>	轉子 鐵片 號目	尾環 截面 絲 <sup>2</sup>	轉子 鐵片 號目	尾環 截面 絲 <sup>2</sup>	轉子 鐵片 號目	尾環 截面 絲 <sup>2</sup>	轉子 鐵片 號目	尾環 截面 絲 <sup>2</sup>	轉子 鐵片 號目	尾環 截面 絲 <sup>2</sup>	
1			R <sub>2</sub> A <sub>33</sub>	110×8	R <sub>3</sub> A <sub>33</sub>	110×8	R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>	R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>					1 
2	R <sub>1</sub> A <sub>27</sub>	110×12	R <sub>2</sub> A <sub>33</sub>	110×8	R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>	110×8	R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>	R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>					2
3	R <sub>1</sub> B <sub>33</sub>	115×12	R <sub>2</sub> B <sub>27</sub>	210×12	R <sub>3</sub> B <sub>39</sub>	110×8	R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>	R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>					
5	R <sub>1</sub> B <sub>33</sub>	115×12	R <sub>2</sub> B <sub>27</sub>	210×12	R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>	212×8	R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>	R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>					
7½	R <sub>1</sub> C <sub>27</sub>	218×14	R <sub>2</sub> C <sub>33</sub>	212×12	R <sub>3</sub> C <sub>33</sub>	212×8	R <sub>3</sub> D <sub>43</sub>	R <sub>3</sub> D <sub>43</sub>					
10	R <sub>1</sub> C <sub>27</sub>	218×14	R <sub>2</sub> C <sub>33</sub>	212×12	R <sub>3</sub> D <sub>43</sub>	214×10	R <sub>3</sub> D <sub>43</sub>	R <sub>3</sub> E <sub>43</sub>					
12½	R <sub>1</sub> C <sub>27</sub>	218×14	-	-	-	-	R <sub>3</sub> E <sub>43</sub>	315×14					3 
15	R <sub>1</sub> D <sub>33</sub>	216×18	R <sub>2</sub> D <sub>39</sub>	314×15	R <sub>3</sub> D <sub>43</sub>	214×10	R <sub>3</sub> E <sub>43</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>					
20	-	-	R <sub>2</sub> D <sub>39</sub>	314×15	R <sub>3</sub> E <sub>43</sub>	315×14	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>					
25	R <sub>1</sub> D <sub>33</sub>	216×18	R <sub>2</sub> E <sub>39</sub>	315×20	R <sub>3</sub> E <sub>43</sub>	315×14	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>					
30	-	-	-	-	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>	318×14	-	-					
35	-	-	R <sub>2</sub> F <sub>39</sub>	315×20	R <sub>3</sub> F <sub>51</sub>	318×14	-	-					
40	-	-	R <sub>2</sub> F <sub>45</sub>	318×20	-	-	-	-					
50	-	-	R <sub>2</sub> F <sub>45</sub>	318×20	-	-	-	-					

第八表 滑環式

電動估馬力	2 極			4 極			6 極		
	轉子鐵片號目	每槽銅線數	銅線截面	轉子鐵片號目	每槽銅線數	銅線截面	轉子鐵片號目	每槽銅線數	銅線截面
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	R <sub>3</sub> F54	6	.092"
3	—	—	—	R <sub>2</sub> B48	6	.092"	R <sub>3</sub> B54	6	.092"
5	—	—	—	R <sub>2</sub> B48	6	.092"	R <sub>3</sub> C54	7	.104"
7½	—	—	—	R <sub>2</sub> C48	7	.104"	R <sub>3</sub> C54	7	.104"
10	—	—	—	R <sub>2</sub> C48	7	.104"	R <sub>3</sub> D72	8	.098"
12½	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	R <sub>2</sub> D60	8	.104"	R <sub>3</sub> D72	8	.098"
20	—	—	—	R <sub>2</sub> D60	8	.104"	R <sub>3</sub> E72	8	.116"
25	—	—	—	R <sub>2</sub> E60	7	.128"	R <sub>3</sub> E72	8	.116"
30	—	—	—	—	—	—	R <sub>3</sub> F72	8	.128"
35	—	—	—	R <sub>2</sub> E60	7	.128"	—	—	—
40	—	—	—	R <sub>2</sub> F60	7	.144"	R <sub>3</sub> F72	8	.128"
50	—	—	—	R <sub>2</sub> F60	7	.144"	R <sub>2</sub> G108	4	5.5×2.5絲
60	—	—	—	R <sub>2</sub> G108	4	5.5×2.5絲	R <sub>2</sub> H108	4	5.5×2.5,,
75	—	—	—	R <sub>2</sub> G108	4	5.5×2.5,,	R <sub>2</sub> H108	4	5.5×2.5,,
100	—	—	—	R <sub>2</sub> H108	4	5.5×2.5,,	R <sub>2</sub> j 120	2	13.5×2.5,,
125	—	—	—	—	—	—	R <sub>2</sub> j 120	2	13.5×2.5,,
150	—	—	—	R <sub>2</sub> j 120	2	13.5×2.5,,	R <sub>2</sub> k135	2	13.5×2.5,,
175	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	—	R <sub>2</sub> j 120	2	13.5×2.5,,	R <sub>2</sub> k135	2	13.5×2.5,,



(5) 機械方面設計 以上所說的各種電動機，在機械上沒有什麼大問題值得詳細研究。第九表是關係於一般的情形。

第九表 電動機

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
軀架殼號目	架殼外徑	架殼中心高	架殼長(短心子)	架殼長(長心子)	支柱間直徑之大小範圍	固定螺釘之大小	尾蓋通風孔之大小[吋] <sup>2</sup>	滑輪端軸承大小	非滑輪端軸承大小
A	12	6 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	+ .000 + .003	$\frac{1}{8}$		滾輪式 <sup>10</sup> 小號	球式 <sup>10</sup> 小號
B	13 $\frac{1}{2}$	7	5 $\frac{3}{4}$	7	+ .000 + .003	$\frac{1}{8}$	11	滾輪式 <sup>11</sup> 中號	球式 <sup>11</sup> 中號
C	14 $\frac{1}{8}$	7 $\frac{5}{8}$	6 $\frac{3}{8}$	7 $\frac{5}{8}$	+ .000 + .003	$\frac{5}{8}$	16	” 12 $\frac{1}{2}$ 中號	” 12 $\frac{1}{2}$ 中號
D	17	9	8 $\frac{1}{8}$	9 $\frac{1}{2}$	+ .000 + .003	$\frac{5}{8}$	22	” 13 $\frac{1}{2}$ 中號	” 13 $\frac{1}{2}$ 中號
E	19 $\frac{1}{2}$	10	9	10 $\frac{1}{2}$	+ .000 + .003	$\frac{5}{8}$	27	” 14 $\frac{1}{2}$ 中號	” 14 $\frac{1}{2}$ 中號
F	22 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	+ .000 + .003	$\frac{5}{8}$	34	” 16 中號	” 16 中號
G	26	13 $\frac{3}{8}$	10 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{3}{4}$	+ .000 + .003	$\frac{3}{4}$	45	” 17 中號	” 17 中號
H	28 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{1}{2}$	+ .000 + .003	$\frac{3}{4}$	55	” 18 中號	” 18 中號
j	31 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{5}{8}$	15 $\frac{1}{4}$	+ .000 + .003	1	80	” 19 $\frac{1}{2}$ 中號	” 19 $\frac{1}{2}$ 中號
k	34 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{3}{4}$	17 $\frac{3}{4}$	+ .000 + .003	1	96	” 20 中號	” 20 中號

機械大概

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
軸之受軸承部 範圍大小	軸之伸長部 最大直徑	軸之伸長部 通用長度	軸之中部 最大直徑	籠式軸承 中心距離	滑環式軸承 中心距離	滑環直徑	滑環闊度	滑環上 刷子大小(一 環用二刷子)	轉子最大 電流	風扇直徑	風扇闊度	風扇葉子 數	固定轉子 用栓闊
+ .0004 - .0000	1	2 $\frac{5}{16}$	1 $\frac{5}{16}$	9 $\frac{1}{2}$	—	—	—	(秀米) <sup>2</sup>	安	—	—	—	$\frac{5}{16}$
+ .0004 - .0000	1 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	5	$\frac{5}{8}$	8 × 16	30	10 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	6	$\frac{3}{8}$
+ .0004 - .0000	1 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{3}{4}$	2	13 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	5	$\frac{5}{8}$	8 × 16	30	11 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{3}{8}$	6	$\frac{7}{16}$
+ .0004 - .0000	1 $\frac{5}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	2	15 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	5	$\frac{5}{8}$	10 × 20	50	13 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{5}{8}$	6	$\frac{7}{16}$
+ .0004 - .0000	1 $\frac{1}{2}$	5	2 $\frac{1}{4}$	17	17	5	$\frac{5}{8}$	10 × 20	50	15 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	8	$\frac{1}{2}$
+ .0004 - .0000	2 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	19	19	5	$\frac{5}{8}$	10 × 20	50	18	2	8	$\frac{5}{8}$
+ .0004 - .0000	2 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	6	$\frac{1}{8}$	16 × 32	80	20	2 $\frac{1}{4}$	8	$\frac{1}{4}$
+ .0004 - .0000	2 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	23	23	6	$\frac{1}{8}$	16 × 32	80	23 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{5}{8}$	8	1
+ .0004 - .0000	3 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	25	25	7	1 $\frac{3}{4}$	25 × 32	180	24 $\frac{1}{2}$	3	8	1 $\frac{1}{4}$
+ .0004 - .0000	3 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	27	27	7	1 $\frac{3}{4}$	25 × 32	180	27 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{4}$	8	1 $\frac{1}{4}$

## (二) 製造大概

製造在一方面要適應經濟情形，在另一方面要迎合設計須要，而最大的問題，是選擇適當工具。所謂適當工具者，能使一般工人，應用之以製造所設計的東西，其準確程度，其出貨速率等等，都要在預算範圍之內。這種工具的選擇，當然要對於所製造的東西，有確切和詳細的認識。至於選擇製造三相感應電動機的工具，我們當須知道其各部份原料，和其製造程序。

第十表 電動機各部原料及製造程序

部 份 名 稱	數量	原 料	製 造 程 序
靜子架 stator frame	1	鑄鐵	模型→翻沙→金工
靜子心 stator core	1	鐵片	衝壓→裝置
靜子綫組 stator winding	1	銅線或銅條	模型→繞→裝與接→試驗→浸漆→試驗
轉子軸 Rotor shaft	1	鋼	鍛或鋸→金工
轉子心 Rotor core	1	鐵片	衝壓→裝置
銅條* copper bar		銅	鋸或切
轉子線組+ Rotor winding	1	銅綫或條	模型→繞→裝與接→試驗→浸漆→試驗
尾環* End ring	2	銅或合金	模型→翻沙→金工
滑環+ Slip ring	1	銅及膠木	模型→翻沙→金工→裝置→試驗
刷子齒輪+ Brush Gear	1	銅, 鐵, 膠木	模型→翻沙→裝置→試驗
刷子+ Brush	6	炭	購現成
轉子輪+ Rotor spider	1	鑄鐵	模型→翻沙→金工
全軫子 Reys	2	鋼	金工

\* 祇屬於籠轉子者

+ 祇屬於滑環式者

† 用於估量較大之電動機



軸承	Rearing	2	滾環及球	購現成
尾蓋	End shield	2	鑄鐵	模型→翻沙→金工
防塵罩	dusty cap	2	鑄鐵	模型→翻沙→金工
固定螺釘	fixing Bolts			金工
風扇	Fan	2	銅片	衝壓→裝置
槽內絕緣	Slot insulation		紙, 油布或雲母	剪或切割
槽塞	scot wedge		油木或膠木	切割

參看第十表, 我們可以知道製造電機的需要何種工具。木工場和翻沙工場是基本的, 其設備沒有特異之點, 祇須適合於處理小件而合大宗出品的佈置。金工場的工具, 用以工作一般軀架者, 最適合是直立式刨孔機 (Vertical boring machine), 直鑽兼絞螺機 (Vertical drilling & Tapping machine) 和刨床 (planing machine) 等。工作轉子軸的, 則須要龍床 (lathe) 和洗磨機 (milling machine) 等, 做螺釘等則須要六角龍床, (Capstan lathe), 他如磨機 (Grinder) 自動鋸, (automatic saw) 等也須要的。至於各種機件的容量和數量決定, 可依據所計劃的出品質和量。與各機的適當切速 (cutting speed), 飼饋 (feed) 以及各機每分鐘切去金屬每一單位容積所需的馬力等等決定之。

衝壓靜子和轉子鐵片, 則須要力壓機 (power press) 以及衝槽機 (notching press) 等。這種機器的選擇, 可依照鐵片大小厚薄以及數量而決定之。

裝置鐵片, 最好用水壓機 (hydraulic press), 也可用手動旋壓機 (hand screw press) 代替, 以裝置較小電動機的鐵片。

棧組施漆設備, 可用真空施漆法, 真空的程度約 28 吋水銀柱, 櫃中的溫度, 用電或汽調節在攝氏 80 度至 130 度間。噴漆時最好外加一種壓

力，約60磅/平方吋左右。較小電動機可用直浸及烘爐法。則設備費較省。平衡機，測驗轉子動時平衡與否，而使將來不使發生振動的現象。

電動機無載，滿載，高壓以及絕緣試驗等設備，也常有之，而各種準確的尺寸測量器，用以校對機械上的各種問題，亦當齊備。

(三) 國立清華大學電機製造實習室<sup>\*</sup>，首造10馬力籠式電動機的經過。

(1) 設計項目<sup>†</sup>

額定量10馬力(連續) 極數 4	電壓 220 伏 轉速1450/每分鐘	週 波 50 接 法 Y	相 數3 溫 度 升 高
預計功率因數	89	靜子鐵片槽數	48
預計效率	87	轉子鐵片槽數	37
每相電壓	126	鐵心總長	11.75 呎
每相電流	25.2	靜子內直徑	20.7 呎
氣隙長	11.75 呎	氣隙射長	.5 呎
鐵心鐵長	10.1 呎	卡氏係數	1.3
靜子內圓週	54.9 呎	有效射長	.65 呎
氣隙總面積	762.0 呎 <sup>2</sup>	$G = \frac{10\text{馬力數}}{D^2lu}$	7.99

(2) 靜子

線組接法	Y	每極磁流線	$6.43 \times 10^5$ 麥
每槽線數	12	氣隙磁密	3380 高
槽之面積	2.65 呎 <sup>2</sup>	電路負載	237
空間因數	.3	電流密度	420 安/呎 <sup>2</sup>
線之粗細	美規9號	鐵心面積	31.2 呎 <sup>2</sup>

\* 關於該實習室設備情形，參看國立清華大學電機工程學系概況

† 製造時，因急於應用所存原料，不能依照華名濤教授所原有之更完善設計，而改通之也。

線節	1-10	鐵心磁密	10300	高
槽節	1.35 蘇	鐵心體積	2920	蘇 <sup>3</sup>
平均每匝線長	75.7 蘇	鐵心耗失	118	瓦
渦流因數	1(約略數)	齒面積	67.2	蘇 <sup>2</sup>
熱時電阻	.226歐	齒磁密	13400	高
		齒體積	930	蘇
		齒耗失	78	瓦

## (3) 轉子

每槽銅條數	1	鐵耗失	196	瓦
銅條大小	9 蘇直徑	風阻耗失	110	瓦
尾環截面	3.17 蘇 <sup>2</sup>	靜子銅耗	430	瓦
轉子電流	350 安	轉子銅耗	274	瓦
轉子總電阻	.00224 歐	滿載效率	87.5	%

## (4) 激磁安匝計算

部份名稱	面積	長	磁密	安匝	安匝總數
靜子鐵心	31.2蘇 <sup>2</sup>	15.6蘇	10300高	109	731
靜子齒	67.2蘇 <sup>2</sup>	6蘇	13000高	42	
氣隙	191.0蘇 <sup>2</sup>	13 <sup>6</sup> 蘇	4550高	470	
轉子鐵心	22.3蘇 <sup>2</sup>	87蘇	14100高	87	
轉子齒	59.5蘇 <sup>2</sup>	2.3蘇	14700高	23	

靜子每相電阻	.226歐	激磁電流	6.84安
轉子相當電阻	.160歐	無負電流	6.90安
靜子每相阻抗	.730歐	無負功率因數	13%
轉子相當阻抗	.124*歐	滿載工率因數	90%
短接電流	132安		
短接功率因數	39.9%		

\* 尾環磁導未計入內。



(5) 原料估計

部 份 名 稱	原 料	重 量	價 值	備 註*
靜子架	鑄鐵	磅 62.0	元角分 9.30	每磅1.50角計
靜子心	絕緣鋼片 } }	162.40	46.00	每磅2.84角計
轉子心				
轉子軸	鋼	25.5	3.05	每磅1.2角計
轉子輪	鑄鐵	11.5	1.15	每磅1.0角計
靜子線阻	雙棉包銅線	27.7	19.40	每磅7.0角計
轉子綫組	銅條	6.4	4.15	每磅6.0角計
尾環	鑄銅	6.5	3.90	每磅6.5角計
軸承	標準	...	26.80	每磅13元4角計
尾蓋	鑄鐵	56.0	5.60	每磅1角計
軫子	柔鋼	.9	.09	每磅1角計
防塵罩	鑄鐵	7.5	.75	每磅1角計
夾圈	鑄鐵	7.5	.75	每磅1角計
固定螺釘	柔鋼	2.5	.25	每磅1角計
風扇	鋼片	3.0	.30	每每1角計
槽塞	厚紙	1.6	2.30	每磅1元4角計
槽內及綫尾絕緣物	紙,漆布,白布,	.77	1.50	紙與漆布每磅1元4角計
接頭箱	鉄片,膠木,銅釘,電纜		.40	白布50吋厚100方吋6.5角計
	浸漆	.5加侖	2.40	每加侖4元8角計
	焊錫	1.0磅	.68	每磅6.8角計
	漆		.60	
共值			130.37	

\* 係普通價格，以法幣18元等於英國1 作國兌單位。

\* 內有30 ，可利用做分數馬 電動機之鐵心。

## (6) 工作估計

部 份 名 稱	工作名稱	實做小時數	工人程度 <sup>1</sup> 及 人 數	理論時間 <sup>2</sup> 小 時 數
靜子架 (stator frame)	畫綫	2½	上 1	1
	刨平底脚	3	中 1	1½
	車光內徑 及兩面	12	上 1	3¾
	刻槽	1½	上 1	¾
	鑽孔紋螺	2½	中 1	½
靜子心(stator core) 轉子心(Rotor core)	切	14	下1	½
	銜	5½	中1	2¼
靜子心(stator core)	裝	2¼	中1下1	2¼
轉子心(Rotor core)	裝	2¼	中1下1	2¼
轉子輪(Rotor spider)	車光	4	中1	1
	刻槽	1	中1	½
轉子軸(shaft)	車光	5	上1	2
	刻槽	3	上1	¾
尾蓋(endcover)	車光	4	上1	1½
	鑽孔	1	中1	¼
防塵罩(dusty cup)	車光	3	中1	1½
	鑽孔紋螺	1	中1	¼
尾環(end ring)	車光	1	中1	½
	鑽孔	4	中1	¾
軛子(keys)	刨光	4	中1	1¼

(1) 上等工人每月薪金三十元，中等工人每月薪金二十元，下等工人每月薪金九元

(2) 理論時間，乃假定有合與適當機械化工具，合理之管理，而根據理論與經驗所算得之時間。

夾圈(clamping ring)	車光與切	2	中1	$\frac{2}{3}$
風扇 fan	衝	2	中1	$\frac{1}{2}$
	裝	2	中1	$\frac{1}{2}$
螺釘(Bolts)	車	4	中1	$\frac{2}{3}$
轉子線組 (rotor winding)	切	$1\frac{1}{2}$	下1	$\frac{1}{2}$
	裝	10	$\frac{上1}{下1}$	8
靜子線組 (stator winding)	繞	4	中1下1	2
	裝 {	16	中1	16
		4	上1	4
試	1	特2	1	
正個電動機	裝	2	上1	$1\frac{1}{2}$
	試	12	特2	4
總共工作時間	特13小時, 上54小時, 中65.5小時, 下23.5小時			
總共理論時間	特 5小時, 上 $25\frac{1}{2}$ 小時, 中33小時, 下 $4\frac{2}{3}$ 小時			

(7) 試驗結果<sup>+</sup>

a. 靜子線組電阻試驗

直 流 端 廳	電 流	每 相 電 阻	室 溫
5.77 伏	15.0 安	0.192 歐	23°C
6.95 伏	18.0 安	0.193 歐	
5.38 伏	11.0 安	0.192 歐	

b. 無負試驗

<sup>+</sup> 所用各種伏計, 安計瓦計等由 AEG 及 weston 購來, 但未經中央建設委員會電氣試驗所校正。

轉 速	端 壓(伏)			電 流(安)			功 率*(瓦)			總 瓦 數	功 率 因 數
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1500 轉/分	220	220	220	7.17	0.57	0.5	110	110	110	330	12.4%

## c. 阻 抗 試 驗

轉 速	端 壓(伏)			電 流(安)			功 率(瓦)			總 瓦 數	功 率 因 數
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0	40.5	40.5	40.5	25.3	25.3	25.3	130		773	640	36%

## 4. 滿 載 試 驗

轉 速	端 壓(伏)			電 流(安)			功 率*(瓦)			總 瓦 數	功 率 因 數
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1450 轉/分	220	220	220	25.4	25.4	25.4	2780	2780	2780	7340	87%

## d. 熱 行 試 驗

時 間	端 壓(伏)			電 流(安)			功 率(瓦)			室 溫 C°		靜 子 鐵 心 溫 度 C°	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
9.15	220	220	220	25.3	25.3	25.3	2780	2780	2780	20	20	20	20
9.45										22	22.1	35	36
10.15										23	23.1	52	53.5
10.45										23.2	23.5	57	59.5
11.15												59	62.0
11.45												59.5	62.8
12.15												59.6	63.0
12.45												59.8	63.2
13.15												59.8	63.5
13.45												59.8	63.5
14.15												59.8	63.5
14.45	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	59.8	63.5

\* 當用二瓦計測量法(two watt meter method)則可校對功因數。



停止時情形	靜子鐵心	靜子鐵心	靜子線組	室溫
最高溫度C°	65	69	48	23.5
溫度升高 (寒暑表法)	42.5	45.5	24.5	
溫度升高 (熱阻法)			36.5	

## e. 絕緣及高壓試驗

熱時絕緣電阻	2000 伏 一分鐘
3.5 兆歐	完善

(8) 結論 所述的清華大學首造10馬力籠式感應電動機的經過，不能說是一種絕對的標準的數值。可是在製造該種機器時應注意的幾點，已有緒述，可供參考。盼望讀者指正和研討。

# 施行標準及規定型式<sup>®</sup>

徐學禹

- (1) 施行標準及規定型式這二件事，對於國民經濟上有莫大的利益，但是國人對於這事的重要及必需，尙欠注意，所以著者想在下邊對於這問題，報告一下。
- (2) 施行標準及規定型式的實現，是人類工作上的自然趨勢。無論做那一樁事情，有了一些秩序或系統做去，便感覺到便當和省力。近來的人類，認識了這個，便依照了科學上的律理，定出各種完善的有秩序有系統的規定來；本來是各件事情，各件東西，各有各的法子，各有各的形狀，各有各的名目。現在我們來限制一下：凡是同一類的事情，同一類的東西，只有一定的少數幾種法子，少數幾種形狀，少數幾種名目，是可以採取。大家公認這幾種規定當做標準，大家依照這秩序系統而行。結果就是人類的工作，可以因此變得簡單一些，經濟一些。
- (3) 我們如果把人類的歷史，從外表的事實，透視到內在性能，覺得一切政治社會軍事文化以及人類其他底活動，根本的動機，還是受着生活的支配。近代人類的生活，因為受着不景氣潮流的侵襲，發生了重大的困難，各處人口，逐漸的繁殖，生活程度，逐漸的提高，物質消耗，逐漸的增加。世界的富源，已經露出捉襟見肘的窘狀，不夠供給全部人類的需要，於是因生活的艱難和恐慌，引起了民族間的嫉妬和仇

• 曾在廿五年五月中國電機工程師學會第二屆年會中宣讀

恨，更因民族間的嫉妬和仇恨，發生了殘殺和流血的慘劇。在物力凋疲生活緊張的環境之下，人類的痛苦，就一天天的加深，要解決這個問題。一方面要積極的開發天然利源，一方面更要在消耗方面，想出一個經濟節省而又便利的方法，所謂施行標準和規定型式，就是調節物力疏通生活的重要條件。

- (4) 施行標準及規定型式的好處，普及於經濟各界，貨品製造者，貨品貿易者，貨品消耗者，都蒙着其利益。
- (5) 對於貨品製造者的利益：同一類的貨品，本來常有許多不同的式樣大小質地和作法，製造起來非常的不經濟，因為製造每一號貨品要需用一套工具及機器，工廠的設備，既然這樣繁多，所費的成本當然浩大，假使把貨品的構造種數減少，而把這種認為標準，則對於每一種構造可以多分到一點研究工夫，出品於是改良，種數減少，則每一種的出貨量增加，機械和工具可以多盡用一些，停着開着的時間可以減少一些（停着開着的機器也要費利息及保管費的。）原料不致浪費，成本減輕，貨價可以減賤，這是經濟的原理。假使對於某一種貨品上，有了一個發明，則其產量多，可以儘量的利用這新思想，凡是一切打樣，繪圖工作，管理組織工作，亦是因為貨品的種類少而變簡單，對於工人方面，則工作的種類亦減少，而對於每一種工作多練習，工作就可以穩快，就是全個工廠的能力加大，工廠內有所謂倉棧者，這種倉棧的用途，是預備存置各類工作品，或各類零件，或各類工具的，定了標準以後，貨類減少，倉內所存的東西，當然用不到這樣的多，亦是減輕本錢的一法，此外則工廠簿記的名目，亦減簡單，計算貨品的成本及價目亦便當而安全，出貨期間可以縮短，工作人員不必多用，工作資本不必多費，凡此皆是施行標準後使工作簡單有條所得的好處，在生意平淡的時候，照例大部份的機器，要停工或不能充分盡用，施行了標準後則不然，儘可以工作着，所製貨品，可以把他們

存在倉裏，待以後生意繁多時期不及製造時，作為補充，不必憂慮他沒有銷路，因為這個廠所出的貨，是標準的貨，來定貨的人，所定的貨，亦是標準的貨，反之，假使不施行標準，則在這種地方大感困難，因為來定貨的人，一無標準，各有各的要求，若要預先製造好，放在倉內，而待定貨的人，則所製的貨，勢必至於與定貨人所要求的不配。

- (6) 對於貨品貿易者的利益：大概是與對於貨品製造者的相同。就是：倉棧可以縮小，管理可以簡單，其原因在前段已經說明了。
- (7) 對於貨品消耗者的利益：消耗者向工廠定貨，在施行了標準以後，可以不必久待，因為工廠出品快捷的緣故，上面亦講過，再有用貨品的人，一遇到貨件有些損壞，常常發生補配件頭的問題。譬如某項貨品的某件壞了，在沒有標準的時代，常常走遍一處地方，而找不到一件裝配得上的零件，有的時候，要費了幾個月的工夫，到遠處去定做，也要因此停工幾個月，損失頗大，反之，施行了標準，則某種貨品的某件，無論在什麼地方，是什麼廠造的，都是一律的標準的。式樣大小，到處都有，各廠都做，補配起來，何等便利。還有一件好處，是甲機上的機件，因為與乙機上的某件，同為一個標準，所以可以拆下來用在乙機上，或者某件機件，可以配用於許多的機器上，這種互用的可能性，是很可貴的，使用貨品的人，也要有個倉棧，存放預備補配的件頭，標準亦可使這種倉棧，縮小其範圍。譬如前一句所講的互用可能性，就是的，最後則使製造者出品價目減低，也是標準對於消耗者最大的貢獻。
- (8) 施行標準和規定型式，要在我們生活的周遭，一起實行，才可以得到最大的效果，不論衣食住行，一切都要規定標準。亦不僅物質方面，要有標準，就是舉動方面，亦要有相當的準繩，作為大眾的規律。我們就拿極小的一點來說，譬如信紙信封，都要有一定大小式樣，作為標準，同時信紙的摺法，亦要有一定的方式，推而至於黏貼郵票，亦要有一定的摺法，所以信紙和信封的大小，可以恰相配合，因為有一定的地

位，信封上的郵票，可以用機器不用人工去打消，如此物料和人工，都可以大量的減省，同時還可以養成良好的習慣，使得大家對於作事，都有整齊劃一的精神。

- (9) 德國施行了標準以來，所得到的結果，我們可以舉幾個例出來：德國國家鐵路，把鐵路上一切機件定了標準以後，平均修理車頭的時間，便由 110 天縮短到 20 天，修理時安置車頭的台架的總數，由 5000 台減少到 2150 台，購買材料，均照標準，又可以省費到 60% 的程度，其餘一切公私事物，如道路，橋梁，舟車，房屋，門窗，衣服，食品，書籍，文具，以及各種日用物品，莫不有個標準，結果，國民的經濟，就向着繁榮的途徑，猛力前進。
- (10) 以上是表明施行標準，對於人民經濟上的利益，以下我們再要研究施行標準對於國家軍事上價值。再拿德國的情形來說，德國從前因為受凡爾賽和約的束縛，對於軍備，限制極嚴，但是在去年中間，突然宣佈恢復軍備，到了今年，又實行進兵萊茵，各國注視着事態的發展，莫不懷着恐懼的心理，其實德國自從和約簽訂以後，即在不斷地製造軍火，不過施行了標準的方法，掩蔽了各國的視線，因為各種軍器的構造，都有標準，設計好了，可以把各種零件，分別製造，使得外表上一些也不露形跡，所以德國每天，究竟能夠製造多少軍火，在外界的人，無論如何，是不能明瞭內容的，這更是施行標準，偉大的功效，幫助了國家，脫離條約的羈絆，達到復興的目標。還有一層，德國對於軍事的設備，固然是統一標準，使得軍隊的給養，得到莫大的便利，就是對於民營的事業，亦都含着軍事的設計，譬如民用飛機，平時只供運送客貨之用，到了戰時，只要把機內若干部份改裝之後，就可以成為軍用飛機，這就是因為民用飛機和軍用飛機，合着同一標準的緣故，所以平時，可以把軍用化為民用，去增加生產，到了戰時，又可將民用化成軍用，去充實國防，所以施行標準的效果，不僅是發展經濟，就是對

於國防軍事，也有重大的意義。

- (11) 施行標準的時候，有幾點重要的地方，要注意的，工業是逐漸進步的事情，如果標準定得不好，到後來發覺所規定的大小尺寸式樣質料，都還有改良的必要，豈不是要把大家公共已經奉行的標準推倒麼？那是極不便而極不經濟的事情，改刪已奉行的標準，是不應該有的事情，要竭力的避免他，減少他。至於定標準的時期呢，不可太早，更不可太晚。太早了，有時要碍及以後的發展。太遲了，各人同各人的制度，已是成了習慣，再要改用標準，損失就大了，定了標準以後，大家須要奉行的，將定標準以前，大家所有的意見，都要充分的顧到，否則這個標準僅有益於少數人，不公平，所採取的標準，應當是最經濟的解決法，否則國民經濟上面的總數吃不少的虧。這幾條件，並不是不可滿足的。然而使我們在定標準的時候，要鄭重行事而已。
- (12) 照中國的情形，在現時提倡標準，是最適當的時機，因為國內製造事業，方在萌芽，在沒有充分發展，造成固定形勢之前，對於規定標準，是可以自由設計，並且不需要重大的損失和犧牲，就可以完成目的的，譬如在一塊空地上，要建築一座華美的房屋，設計上是不受到什麼拘束，等到有了房屋之後，再要改造，就會發生許多障礙和牽掣，不能稱心如意的做去。我們現在未定標準，還有一種便利，就是已經施行標準的先進國家，可以供給許多借鏡的資料，規定起來，更可以得到良好的標準。從前建設委員會，對於電氣事業，規定了若干標準，此外鋼條等物，亦有了相當的標準，但是到了現在，又是靜寂地成爲一個無人注意的問題了。最簡單的一點，譬如度量衡制，早經中央規定，採用法國米達十進位制，做全國的標準，米達制的優點，是不容疑問的，但是現在許多工程學者，還在應用英尺英寸，來做設計的標準，度量衡制，是一切工程設計之基礎，度量衡制不能統一，對於其他標準的規定，更然是無從進行，所以關於標準的施行，第一是我們工程界的

責任，也只有依靠我們工程界共同努力，這個標準問題，才能夠達到圓滿成功的目的。

- (13) 我國因為工業幼稚的緣故，對於許多物品，還不能自行製造，遇有需要的時候，不得不向國外訂購應用，這是一個無可諱飾的事實，不過就是向國外訂購，也應該定出一種標準，凡是要在中國市場，推銷貨物的，必須依照我們的標準，製成貨品，使得各國運來的貨物，式樣大小，可以漸次化為一律，同時因為各方競爭的關係，貨價方面，或者可以便宜一些，如果因為標準獨立的緣故，反然使得貨價增高，可以自己來設法製造，因為有了標準，貨品不會沒有銷路，所以製造是容易成功的，現在呢，因為自己沒有標準，對於購貨一層，只能夠就別國已製成貨品中間，選擇一下，因為各國標準並不相同的緣故，以後凡是向某國購來的貨品，遇到需要添新補舊或補充零件的時候，就只能向這一國去繼續配購，有了這樣一個束縛，價格方面，就不容易得到便宜的數目，所以我們立在製造者的地位，固然要有標準，就是立在消費者的地位，也應當有個標準，至於標準的成立，要到什麼時候才可以實現，那是要看我們努力的程度，來決定將來成功的遲速。
- (14) 吾國現在經濟衰落，民生凋敝，環境非常的惡劣，政府當局，勵精圖治，對於政治軍事以及社會風俗等等一切設施，無不積極改良，力求刷新，都想納入正常軌道，並且聲嘶力竭的喊着，一切要有標準化，所以施行標準及規定型式，乃是復興中國的初步工作，希望國人切實注意，及一致努力提倡，至於推進標準模型的辦法，當然須由政府與民衆通力合作，方能收效，但是標準模型的規定，完全要靠全國工程界聯合起來，負責設計釐訂，所有機械，化學，土木，建築等各項，分門別類，設組詳細研究，訂定一種精確而永遠的標準模型，貢獻與政府審核施行，而政府方面，似應設立中央標準局，專管施行標準及規定型式的一切法令，俾事權可以統一，全國各界都可以遵照依從，一切都有標準化，民族的復興，實基於此。

# 電氣售價之我見<sup>①</sup>

朱承業

自以物易物演進到現在的錢幣制度，都是因為我們在交易上要精密計算的緣故。出售電氣當然也不能例外：最初用的是等價制，後來漸漸覺得牠的不適用，便改良為二價制，複價制等等。現在電氣用途廣大，歐美各大電氣公司，先後都立不同而詳細的電價制度。作者參考歐洲倫敦電氣公司英國東北電氣公司等九家，美洲紐約安迪生公司加而福尼亞公司等二十三家，亞洲上海電力公司新加坡電氣局等五家，作一初步討論。至於正確之元角分定價，因地點及電氣公司性質的不同，頗難規定，擬將來再作詳細討論。

一般人都以為燃料消費便是電氣成本，其實是大錯誤。較大的電氣公司，往往設備週到，職工衆多，這種薪工利息折舊的開支，普通比燃料大得多。而且這種開支，與發電多少沒有關係，所以我們稱牠為固定成本。其餘如燃料消耗捐稅等，雖然和發電多少不成直線正比例，可是發電愈多這種消費也愈多，並且和電氣公司範圍的大小也有關係，這種我們稱牠為經常成本。

適當的電價，非但對於用戶公正，並且對於電氣公司營業關係也極大。譬如半夜的負載，普通總是極低，如半夜的電價減低，也許會增加相當負載。家用電具，用的時間，往往不一：譬如有的人家起早，電灶六時便



開始用了，有的人家要在九時才燒早飯，這種分散的負載，電廠最是歡迎，所以價格應該低些。高壓電氣因為綫路損失極小，並且又沒有降低變壓器，所以也得便宜些。其餘如多量大用戶等，都應該有不同的價格。感應電動機的電力因數極低，對於電廠既有  $I^2R$  損失，並且減少了機器的容量不少，所以無功電力 (Reactive Power) 也應該定相當價格。關於電燈：那末下午天暗後家家戶戶都差不多同時上燈，電廠要備足夠的電力供一時的應用，所以價格不妨定得高些。電焊 (Welder) 愛克司光等的負載因數極低，所以定價也應該高些。鄉村用電極少，綫路極長，電價可以高些。因為有以上種種的原因，電氣的售價便很複雜了。

一九二八年美國公用事業局發表謂：電氣售價均須「適當」。後來各電氣公司請求解釋「適當電價」之定義，該局竟沒有辦法。經許多專家研究，結果覺得某種電價在某時間某地點是適當，而在另一時間及地點也許不適用。所以除非規定某電氣公司某年份後，元角分的定價頗難一定。作者以比較式來討論，用元角分來作例子：（以下所稱第一成本，即以從前逐年之固定成本被逐年總售出之瓦小時除所得之商，在例中假定大洋四分，第二成本即為所售出每瓦小時之經常成本，在例中假定為大洋二分）

（一）電氣公司互售：這種電氣普通總是高壓，逐日甲向乙購若干而乙亦向甲購若干。

甲。每瓦小時之價格即為第二成本

乙。最大需要 (Maximum Demand) 每瓦安為第一成本之五十分之一，如以月計乘  $24 \times 30$ ,

丙。無功電力售價應依電力因數而變化，或：

$$\frac{A'}{10} \text{ RK.V.A.} \times \sin\theta = \frac{A'}{10} \text{ KVAsin}^2\theta = \frac{A'(\text{RKVA})^2}{10\sqrt{(\text{KW})^2 + (\text{RKVA})^2}}$$

（ $A'$  代表第二成本）

無功電力應與正弦角成平方比，如證明電力因數為前趨時(leading)，其價應反找。互售電氣愈多時，價格不必減低，也不必規定最低取費。低負載時(off peak)，價格不必減低，冬夏取費應該一樣，惟燃料價目上落太大時得相當增減之。

例：甲公司向乙公司某月購電四十五萬瓩小時，其最大需要為五千瓩安，無功電力共三十萬瓩安小時，其價為：

$$450,000 \times 0.02 + 5000 \times 24 \times 30 \times \frac{0.04}{50} + \frac{0.02 \times 300,000^2}{10\sqrt{300,000^2 + 450,000^2}} = 12213 \text{ 元}$$

(二)住宅：此處指負載中心區的私人住宅，包含電燈，家用電具之在一瓩以下者及電灶等，低負載時所用熱水鍋等則不在內，商店公共場所等亦不在內。家用電具也有列在另一電價而分表計算者。可是因此不誠實的用戶，便有作弊行動，並且這種弊病，很難查出，所以此處把他和電燈合在一起，用適當的「逐步減價制」，結果家用電具仍舊可以得到很便宜的價格。

甲. 最初裝設接電時，得收手續費若干，吾國電氣公司大都又收公司財產（電表等）抵押費若干。這二種費，除了互售電氣外，無論何種用戶均可收取。

乙. 設備費：一切家用電具不取費，電燈則不依實在所裝之瓩計算，而用人口及房屋推算。每小孩（十二歲以下）作一百瓦每成人作五百瓦，暫住者不計。廚房臥房每十平方尺作三瓦，儲藏室走廊客廳每十平方尺作二瓦，書房休息室每十平方尺作五瓦。不足十平方尺者亦作十平方尺計，各項相加所得之瓩為其總設備。在三瓩以下者，每瓩取費為第一成本之百分之一（以月計乘  $24 \times 30$ ）。超過三瓩者，再收第一成本之一百二十分之一。超過五瓩以上者，以第一成本之一百五十分之一計算，不足一瓩亦作一瓩計。

丙. 電氣費：臥房廚房作每日用一小時，儲藏室客廳作用半小時，

走廊作用二小時，書房休息室作用三小時，以此時間乘推算值所得之積，謂取費單位。在單位以下，每值小時收費第一成本之三倍及第二成本之二倍，在單位以上者，減為第一成本之一倍及第二成本之二倍。（這種電氣大概是用在家用電具的了）超過單位二倍以上者，取費第一第二兩成本之和。

最低取費為設備費，低負載時電價一樣，電力因數不計，期前付款，全數打九五折，夏季得將單位降低 25%

例：某宅有夫婦二，老母一，成年子一，未成年子女各一，女傭一，臥房三間，每間二百平方尺，客廳一，八百平方尺，走廊共三百平方尺，休息室一，二百平方尺，書房一百五十平方尺，儲藏室一百平方尺，有電灶電扇等，在某年七月共用電四十三值小時：

$$\text{設備值: } (5 \times 0.5 + 2 \times 0.1) + \frac{3 \times 20 \times 3 + 80 \times 2 + 30 \times 2 + 35 \times 5 + 10 \times 2}{1000}$$

$$= 2.7 + \frac{1}{1000} \times (180 + 160 + 60 + 175 + 20) = 3.295 \text{ 作 4 計}$$

$$\text{設備費 } 3 \times 30 \times 24 \times \frac{.04}{100} + 30 \times 24 \times \frac{.04}{120} = 1.11 \text{ 元}$$

$$\text{取費單位夏季每月 } 75\% \times 30 \times \frac{1}{1000} \times (180 + \frac{160}{2} + 60 \times 2 + 175 \times 3 + \frac{20}{2})$$

$$= 21 \text{ 值小時 (在冬季為廿八值小時)}$$

$$\text{電氣費 } 21 \times (3 \times .04 + 2 \times .02) + 21 \times (.04 + 2 \times .02) + (.04 + .02)$$

$$= 3.36 + 1.68 + .06 = 5.1 \text{ 元 (冬季為 5.68 元)}$$

總共收費為六元二角一分。平均每值小時 0.1444 元。同例若祇用二十一值小時共價四元四角七分，平均 0.213 元。若用一百值小時共價九元〇三分，平均祇 0.0903 元。所以愈多用愈便宜。一方面獎勵用戶多用電。同時告訴他們家用電具在這種電價制度之下，實在是非常經濟。

(三) 住宅之在市外者，得將第一成本相當增加之，增加的數目，那末以區域而定。

(四) 旅館商店公共場所等：設備費及取費單位之預數均以實裝電燈之預計算。若推算預較實裝預為大者，則依推算預計算。設備費在五預以下收第一成本之 $\frac{1}{120}$ ，超過者收 $\frac{1}{150}$ ，超過十預者收 $\frac{1}{200}$ ，無論何處各燈均作四小時用。在單位以下，每預小時為第一及第二兩成本之二倍。超過單位者，為第一成本之一倍及第二成本之二倍。在二單位以上者，為兩成本之和。電梯及一預以上之電力電熱及門口廣告用燈等，照以下（八）項計算之。如所有小電具總量在電燈之二倍以上者，得另裝電表照（八）項計算。大用戶之設備在五十預以上或連續三月每月用電在一萬預小時以上者，全數八折計算。大用戶之設備在二百預以上或連續三月每月用電者，在二萬預小時以上，全數七五折計算，低負載時用電在總量50%以上者，得另裝低負載電表，將第一成本減為三分之一計算。

(五) 戲院則因負載因數極好，故不取設備費，以電燈及放映機之預乘五小時為取費單位。在單位以下，每預小時為第一第二兩成本之二倍。超過單位者，每預小時為第一成本之一倍半及第二成本之二倍。在單位二倍以上者，收第一成本之一倍及第二成本之二倍，最低取費為單位預小時，所有通風機等，依（八）項計算，最大需要不取費，低負載時不減價，其餘與（四）同。

(六) 醫院，百貨商店，電影院等如需要非常可靠的電源，那末電氣公司可以設置雙重或三重電源，如此則得另取材料費若干。可是預小時電氣取費還是一樣。斷電時公司方面依用戶性質而賠償相當損失，此種規定，均須先訂合同。

(七) 因用戶之要求而供直流電時，則得依交流電之價格加高十分之一，或另訂價目均可。因電氣公司之方便而供直流者，應與交流電價同。

(八) 低壓電力電熱用戶——指一百瓩以下之設備。

甲. 最大需要在設備額安(或瓩)半數以下者,每額安為第一成本之二十分之一,超過此數時為第一成本之二十五分之一,超過設備額之75%者,減為三十分之一。

乙. 設備費在十瓩以下者,每瓩收第一成本之八十分之一。以上者,收第一成本之百分之一。

丙. 無功電力為  $\frac{A'(RKVA)^2}{8\sqrt{(KW)^2+(RKVA)^2}}$  多少一律照算。

丁. 每瓩小時收費為第一成本之一倍及第二成本之一倍半,每月用電在  $6 \times 30 \times$  (最大需要瓩) 以上者超過之瓩小時以85%計算。超過  $10 \times 30 \times$  (最大需要瓩) 者,75%計算。

無最低取費低負載時,用電在總量之50%以上得另裝電表,將第一成本減為三分之一計算。如最大需要發生于低負載時間內,得以八折計算(惟不得小于其次最大需要)。夏季得將無功電力加價四分之一,期前付款九五折。電源因電氣公司之故而中斷者,須賠償相當損失。(須訂合同)用于附屬電燈之瓩小時,不得超過總數之十分之一,且電壓高低不願。

例:某日夜開工的工廠共裝電動機七十瓩,電熱十五瓩,某年三月(冬季)最大需要是八十額安(產生于某日下午三時)無功電力共一萬額安,逐日下午九時至次晨八時(低負任時)共用二萬瓩小時,白日共用一萬五千瓩小時,其中用于電燈者一千八百瓩。(小于總數十分之一)

$$\text{甲. 最大需要取費 } 42.5 \times \frac{.04}{20} \times 30 \times 24 + 21 \times \frac{.04}{25} \times 30 \times 24 + 16.5$$

$$\times \frac{.04}{30} \times 30 \times 24 = 101 \text{ 元}$$

$$\text{乙. 設備費 } 10 \times \frac{.04}{80} \times 24 \times 30 + 70 \times \frac{.04}{100} \times 24 \times 30 = 23.8 \text{ 元}$$

$$\text{丙. 無功電力} \frac{.04 \times (10000)^2}{8\sqrt{(35000)^2 + (10000)^2}} = 13.7 \text{ 元}$$

丁.  $6 \times 30 \times$  最大需要 = 14400 瓩小時

$10 \times 30 \times$  最大需要 = 24000 瓩小時

夜電占七分之四 日電占七分之三

$$\begin{aligned} 14400 \times \left[ \frac{3}{7} \times (.04 + 1\frac{1}{2} \times .02) + \frac{4}{7} \times \left( \frac{.04}{3} + 1\frac{1}{2} \times .02 \right) \right] \\ = 14400 \times .05475 = 788 \text{ 元} \end{aligned}$$

$$(24000 - 14400) \times 85\% \times 0.5475 = 446 \text{ 元}$$

$$(35000 - 24000) \times 75\% \times .05475 = 451.5 \text{ 元}$$

共計瓩小時費一千六百八十五元半。連甲乙丙共一千八百二十四元，平均每瓩小時大洋五分二厘一，期前付款祇一千七百三十二元八角。

(九) 低壓電力電熱之大用戶指一百瓩之設備以上者，則價目當較便宜，惟原理與(八)完全相同，故從略。

(十) 高壓電氣用戶亦分大小用戶二種，小用戶與(八)原理同，惟瓩小時售價應較低，設備費亦較低，夜間低負載時電價應更低，期前付款無折扣，並須定最少取價。大用戶則介於(一)及(八)之間，詳細售價從略。

(十一) 電車則依電壓及用電的多少，歸入(八)(九)(十)之一種，設備費或得相當增加之。

(十二) 臨時性質用於公共場所之電燈，設備費較(四)大一倍，瓩小時費大半倍，用一月以上者75%，三月以上者照(四)項算。臨時電力電熱亦應有不同之價目。備而不用之電源(Emergency supply)價目較高，詳情從略。

(十三) 路燈分二種，第一種，由公司施開關，則可用包燈制價目，每日作用十小時計算，每瓩小時售第一第二兩成本之和。依例則五十瓦之

路燈每月應售大洋九角。惟若與地方政府另有合同者另算。第二種由該路之住戶施開關，則亦裝表計算，祇收(二)項中丙之電氣費，取費單位為設備瓦乘三小時。

(十四)其餘：電熨機，愛克司光等之担負載因為數極低，設備費得相當增加之。最大需要不得小於各該機額安之半，其餘依(八)項計算。又如水銀變流機等，有生諧波(Harmonics)之可能者，須裝諧波電表，依額安計費，價應極高。低負載時熱水焗(off peak hot water storage)是近來各電氣公司推廣營業之一種。這種電大概售得比電力還便宜得多。蓄電池均限低負載時充電，價同(四)，惟單位另定，隨時充電者價得加高。如將交流電用於變直流電時，價目依直流電之用處而定。

以上各項對於互售電氣，住宅，商店，公共場所，及低壓電力電熱用戶，特別注意。因電氣公司的營業，對於此數種用戶，必在90%以上。關於住宅用戶的房屋面積計算，如覺太繁，則可依房屋間數計算，惟取費單位決不可依電表之安倍數而定。果如是，則數家合裝一表，可便宜不少。

# 供電綫路與電信綫路間之干擾問題<sup>Ⓢ</sup>

陳澤鳳

摘要:

供電事業與電信事業兩者，皆隨地方之繁榮及各種物質的進步而同時發達，故此兩種綫路相遇合之機會甚多。如為事實上之便利及設置上之經濟而取同道（如沿河堤，公路鐵路等）為傳輸以連絡兩地或兩地以上之供電及電信者，亦甚普遍，故此兩種綫路不但在同一市內難免靠近，在市外長途，常須並行。在此，有一不幸之事實即兩電氣綫路之相並時，形成電路的交連（electrical coupling），故一綫路中之原有電的變更性質，或其電波形（wave form）將為其鄰近綫路中之電流所擾亂，失其真面目，而妨礙其規定之應盡工作，因之即或所謂干擾作用。

供電綫路為強電路，電信綫路為弱電路，故電信綫所受強電路之影響（influence）較強，同時弱電路中之工作電流原來甚弱，故對於干擾作用之感覺性（susceptibility）亦格外靈敏，依照

干擾  $\propto$  感覺性  $\times$  影響  $\times$  交連度（coupling）



之關係而論，受害者均以電信方面為甚，如電報之失效及電話之干擾，甚至因感應電壓過高，而使使用者受到電震 (shock)，或工作器件受其破壞等等均易發生，殊有害于公用及交通之便利也。惟其事關公用，故此問題須由供電及電信雙方負責合作，以謀最安全之道。同時，為謀整個的經濟設施，電信方面似未可過分要求，而供電方面亦未可以害不在己而吝不顧問。欲期斜勢之避免及得適當之解決，有須技術的開試檢討，或因地置宜，或隨機應變，以得不偏不倚之標準。

我國目前輸電及長途電話尚未十分發達，故對此因綫路干擾所生之困難，雖在逐漸發生，以遇到之區域尚小，故干擾問題，尤未十分重視。在各大城市間，供電及電信兩事業均比較發達者，僅由雙方所有者自相協定，大都以各設置在街道之一邊，以免過分接近而減少其交連度 (degree of coupling) 同時避免碰線等意外之危險。但若將來高壓輸電與長途電話同時發展時，其間之干擾作用 (因電壓之加高，並行距離之增長，及長途電信綫路中電流影響更顯等等關係) 將更為複雜，決不能如是簡單足以了事，且技術之進步，使輸電電壓逐漸增高，電信器具，日漸靈敏，幾使不能有固定永久之方法與規定，可資避免干擾。對於避免干擾用之規條，尚少成法，可供參考，僅國際長途電話諮詢委員會曾作詳盡之規定。但惜偏主電信方面過甚，有使供電方面所不能接受者，殊不公允，在實行上不無不便，今歐美及日本皆有專門之學會以研究此問題，考歐美及日本，皆在高壓輸電網成立，發現干擾妨礙後，方起而從事研究避免之法，故難免有遷就及犧牲。我國既有前車可鑒，正宜未雨綢繆，當此時期，預為研究，以備將來長途電話及輸電綫路發展時施工之取法。今供電及電信雙方主管機關，建設委員會及交通部，有鑒於此，已在會訂供電及電信綫路平行，交叉，並裝置規則，正在商討。惟對於此干擾問題之避免，因太複雜，討論年餘，尚未得到完滿解決，或將劃作專門之問題，作者對此干擾問題，原無若何研究，不過見此問題在前，曾對有關材料略事收

集，茲特就其大略，摭拾人言，參酌概舉，以就正於先進，以冀拋磚引玉也。

### 干擾之發生

電信線路上因供電線路之接近而發生之干擾大約分之，可有二因：

(一) 傳導，由於兩線路間之漏電或意外之導通；

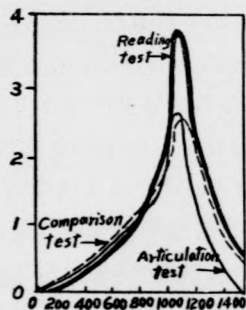
(二) 感應，由於電磁場或靜電場而生感應作用。

因干擾之程度既與感覺性影響及交速度三者之乘積為比例，故可不論其由於傳導或感應但須以此三者為斷可矣。蓋若此三者中失去其任何一項，干擾即滅滅；而若三者同時加倍，則對於干擾將加大八倍。是故欲處理干擾問題至合理之解決，其重心盡在感覺性，影響及交速度三者之適當調度可矣。

### 感 覺 性

電信電路之工作電流甚弱，故受隣近電綫之影響時，稍有干擾電流，其作用即甚顯着，有時此項干擾電流，或竟超出其平時工作電流，足使路完全綫失效，故電信線路之感覺性甚強。大抵工作電流愈弱，則感覺性愈強。為求感覺性之減降，以避免干擾作用者，間有提高其工作電流者，但以普通論，弱電線路中之器件，需要求其靈敏，故在設計上非至萬不得已時鮮有故意將工作電流提高，蓋此種方法，犧牲既大，有類削足就履也。

電話中所用之電流，其週率視音波而變化，所謂成音週波電流者(Audio frequency current)其週率約在 100 至 7000 之間，各種週波之電流對於電話機中之干擾作用，並不一律相等，且關係甚為複雜，無簡單方程式可資規定，第一圖為試驗所測得之結果，其中二種



各種週率之電流在電話機中之干擾作用  
第一圖

\* 試驗方法及其詳細，見 Osburne H. S. 氏之 "Review of Work of Sub-Committee on Wave Shape, Trans AIEE. vol. 38 p261. 1919.

不同方法所得之曲線，皆能大同小異，此種曲線中，有兩要點，堪以注意者，即（一）干擾作用之最高峯保在 1100 週率之電流，因此週率已近乎電話聽筒膜片之共鳴點，亦為耳官所能感觸之最高波扼數；（二）供電線路所用之 50 週波或其三次諧波 (3rd harmonics) 之 150 週波電流之影響，在電話機中之感覺甚微。大抵週波數愈高，感覺愈敏，故高次諧波之附於供電線路中者，對於電信線路之干引響最大，故宜設法減除。

### 影 響

供電線路中之電流，我國業已規定以 50 週波為標準。此種低週波在電話中之擾亂影響甚弱既如上述，但其諧波之次數愈高，週率隨之增高，則干擾影響乃愈大（見第一圖）。是故干擾作用之影響，對於諧波甚為重要。電機製造者更應力求其電波形之近似正弦曲線，為避免諧波之過強。在事實上，因磁性物質之有飽和現象，而發電線捲需置在齒槽中故諧波及擾亂波形之作用乃為不可避免者，欲得絕對純淨之正弦曲線形發電機勢所不能做到，惟於可能範圍內，儘量設法限制至最小程度，則無大困難耳。

三相交流發電機中之雙數諧波不能存在，僅有單次數諧波，單次數諧波中，又可分為三倍次數諧波 (triple harmonics)，如三次，九次，十五次，廿一次等，及非三倍次數諧波 (non-triple harmonics) 如五次，七次，十一次，十三次等幾種。非三倍次數諧波之線與地間之瞬，值電壓之總和等於零，故亦稱為平衡諧波 (balanced harmonics) 其自大地回歸之地氣電流甚微。此種平衡電流在線路中所生作用當然平衡，故其感應作用，尚能以換位方法降減之。至於三倍次數諧波則不然，每相相間  $120^\circ$  之三倍適為一週角，故其瞬值電壓之總和，為各相間（即各線與中性點間）之三倍，故有較大之地氣電流。有時雖僅在供電系之一端接地，因有輸電線與大地之電容作用，仍有電流入地。故三倍次數諧波對於干擾作用之影響較大。

美國 N. E. L. A. 及 Bell system 所合組之 Joint General Committee 建議限制電機之『電話干擾係數』(telephone interference factor 簡稱為 t. i. f.) 其規定如下:

發電機容量	t. i. f. (對於非三倍次數諧波者)
1,000—2,500 kvA	125
2,500—10,000 kvA	60
10,000 kvA 以上	50

對於三倍次數諧波之電話干擾係數，定為 5,000 kvA 以上者，t. i. f. 不得超過 30。

電話干擾係數 t. i. f. 者，為美國標準委員會 (Standard Committee) 之 wave shape standard 組所特創之一種係數。蓋各種不同週率之電流，在電話機中之干擾影響，既如第一圖中曲線，各不相同，故各諧波週率電流在電話中心影響，各有其相等值 (weight value) 見第二圖。此項影響相等值乘其各該之強變，即為該諧波所有之干擾當量。以此各該諧波之當量平方值總和之開方，與電波均方根數 (r. m. s. v.) 之比值，即為所謂電話之干值係數。

#### 輸 合 度

交速度者，即一線路中之電磁電變動狀態所影響於其鄰近線路之程度。依普通言有三種交連方法，(一) 感應交連 (inductive coupling);

(二) 電阻交連 (resistance coupling), 及

(三) 電容交連 (capactance coupling),

當兩線路長途靠近時，可以盡有此三者，則其總交速度當為此三者之總和。

電感交連者，即一電線路中之磁流鏈串 (Link) 其他一線路之謂，其最重要之關係為兩線路間之互感量，互感量之計算法如下：

$$M = 2L \left( \log_e \frac{2L}{D} - L + \frac{D}{L} \right) \text{ (abhenries)}$$

其中  $L$  為供電與電信兩線路並行之長度 (cm)

$D$  為供電與電信兩線路間之導線間隔 (cm)

供電線路中之三相交流電若各相間均平衡者，則三綫所成之總磁性為零，故對於外界宜無影響，但供電線路之三根導線，不能相置甚近。為維持安全計，電壓愈高，則其各線間之應有線距應愈大；是以其鄰近之電信線路所受得之影響乃為一旋轉的磁場干擾作用仍所難免。照上述公式看來，電信線路與各線間之間隔  $D$  既各不等，則其互感量  $M_1$ ,  $M_2$ , 及  $M_3$ , 乃不能完全相等。若三相線路中之電流為平衡者，則各線中之電流應為

$$i_1 = i$$

$$i_2 = i \left( -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} j \right)$$

$$i_3 = i \left( -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} j \right)$$

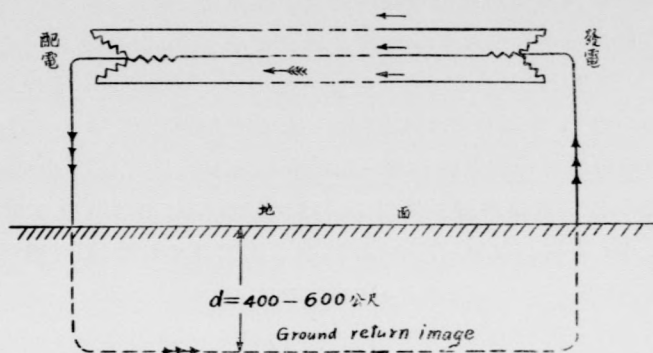
故電信線路中所感應得之電壓  $E$  當為

$$E = 2\pi f \left[ \left( M - \frac{M_1}{2} - \frac{M_2}{2} \right) + \frac{\sqrt{3}}{2} j (M_2 - M_3) \right] \text{ (ab volts)}$$

從此式中可見電信線路之感應電壓，須視供電線路中各導綫對於電信綫之互感量之差，故若各供電將導綫相集中裝置者 ( $D_1 = D_2$ )， $M_1$   $M_2$   $M_3$  幾近相等，則  $E$  為零或近似零值。供電線路與電信線路之橫面間隔較寬，則供電線各線間之分隔與此間隔相較甚顯微小，而  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ，又可幾近相等矣。故將兩綫路之橫面間隔加寬可以減少感應作用。惟以事實之便利，及設置上之經濟，勢所必需相並，既如開首所述，故兩線路之橫面間隔，不能任意放至甚遠。補救之法，有用换位 (transposition) 以減少其交連度者，换位之種種，評述後節。

至若供電綫路在發電及配電處，因求安全穩固等，而在其中性點接

地者，則三相線路中之三次諧波，九次諧波及其他三倍次數諧波將生餘流 (Residual current)；此種餘流在三線中既各相等且又同相，故必需經過地線以成循環。其作用有如第三圖，此時整個輸電綫路，均在傳送同



第 三 圖

相之電流，故等於單根導線，而大地為其相對之導線，大地雖是導體，究非完全優良，故可假定在地下深處一導線以代表之，大地之電阻均集中於此導線，此謂之地影線 (Ground return image) 其深度依各地之土質情形而各殊；大抵總在 400 至 600 公尺之間，據日本測量結果，在東京附近約為四百公尺；但在日本西部，此數已覺太小。而在羣國則約估為六百公尺。

在三相接地制中，若電路偶有不平衡，則亦有地氣電流。此種地氣電流既流動於輸電線與大地所成之循環中，故此兩者實等於組成一個單相電流之電路。整個輸電導線作為單相線路之一根導線，而大地作為其他一導線。如此之線路與電信線路相交連時，因兩線對於電信線路之互感量，相差甚大，故感應電壓  $\propto M_{\text{線}} - M_{\text{地}}$  頗為可觀。據計算及實測所得結果，每安培公里 (amp. kM.) 之地氣電流在電信線路上所生之感應電壓，較之同此情形在線路中每安培公里所生者，約大四十倍，且避免

干擾之普通方法電線之换位，祇能減少因線路中之電流所生之感應作用，但因地氣電流所生者，不能減少。（用换位方法使電線路平衡者，自可減少地氣電流，但並不能變更因地氣電流所生之感應作用。）故日本在高壓電初發展時，發現干擾作用後，先則將電話線改為雙綫制；繼而輸電電壓漸高，輸程漸長，干擾作用之為害更烈，乃由遞信省限制供電線路所有者，不得在發配電兩方面均同接地，僅許在一端接地，且需經相當之電阻以限制地氣電流。（所用電阻約在八百歐姆左右）在歐洲多有用 Petersen Reactance Coil 以感抗代替電阻者；今日本亦在研究試用。

以上所述，僅對於一根電信綫之感應電壓而言，若電信線用雙綫制者，則兩綫中所感應得之電壓既屬相同相，故其兩端之電具所實受者，乃為此兩電壓之差，電信綫路之分離（即電信線之綫距）愈寬，上項差數愈大；故若用大地作回線者，即所謂單綫制者，感應甚強，交速度甚高。

此外，若供電線路及電信線路同時接地者，除有上述之較大電感交速度外，尚有電阻交連作用，在此情形時兩種線路間有大地之導電阻相連通，故其問題乃更複雜。電話綫改用雙綫制後，在 11 至 15kv 以下，除同桿之互長在五十公里以上者外，確能避免干擾至相當滿意之程度是故也。

供電線路上或有不平衡及三倍次數諧波所成之餘電壓（Residual voltage），不論接地與否，皆有靜電位差存在於線路與大地之間，而電信線路之與供電綫路相並行者，其間更有電容交連作用矣。兩線相並行之互長愈長，及其間之橫面間隔愈短，其所成之電容器之容量愈大，一部分之餘電流將經過此電容器流轉，故成電容交連作用。

有電感交連時，其干擾作用，以電流為比例，電容交連時，其干擾作用以電壓為比例；當兩種線路之相並行時，同具此兩種交連，故常儘量放寬兩線路之橫面間隔，以疏其交速度，及用换位等方法以對消其所生作用，此皆從交速度方面着想者也。

## 干擾之避免法

干擾作用之發生，既如上述。避免干擾之方法不過在最經濟範圍內使上述三項因子，減至最低可能，在安全及使用兩方面均無妨礙為度。在安全方面，電信線路上所感應得之電壓，不能超過三百伏，不然，使用者將受震電 (electric shak)。此電壓在平時可由供電導綫之靜電場所生，或在供電線路偶有意外而有短路電流時，此意外之奇大電流亦可感應至電信綫使生如此高壓。在設法避免干擾時，緊顧到平時安全外，對於意外情形，亦應同時注意。在使用方面，為避免聲音之失真及擾雜，電話中祇許有至多 5 mill-volts 之干擾電壓。(即兩線間之收受器上之實受電壓。) 此外，對使用安全同有關係者，在電話受話器中因干擾所受得之電力，不能超過 0.01 joule。(假定電力經過長距綫路之傳輸時，有半數消耗於線路中，則整個線路中，可許感生之電力當為 0.02 joule.)

欲使干擾作用不超過上述範圍之方法中，最通用者為減少交速度，減少地氣電流，減少諧波電流之妨害等數種，其具體辦法大體言之，可分為(一)换位，(二)間隔，(三)限制接地，(四)提高電信線路之電流及加濾波器，及(五)抑制三倍次數諧波等茲分別略陳于下：

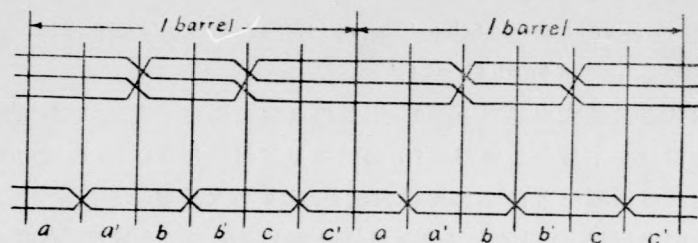
## 換 位

在供電及電話線路之本身，欲求其傳輸之平衡，原需换位，以使各個線路皆為平衡的 (Balanced circuit) 以減少其交速度；若有絕對平衡之電話線路，則任何影響，皆可無綫與綫間電壓感生，高壓輸電線路，不必再施换位，亦可無干擾作用矣。若有絕對平衡之輸電線路，則對於其鄰並行之電話線路之總感應作用為零。電話線，單就干擾問題言，亦可不必再施换位；但實際上因不易得到絕對平衡之電話線路，或供電線路，故多主由雙方同施换位，各求近似平衡，以達最小交速度之目的。但事實上，高壓輸電線路之施行换位，比較困難，故若距離不過分長，常不施換而任電信線路儘先施行换位。蓋電信線路之换位為其本身所必需，且



在設置上，亦極容易也。

第四圖為三相供電線路與雙線制電話線路相並行時，兩線路同施換位時之情形。此圖中假定兩線路之並行互長極長者，在實際上，兩線路間欲得如此均勻之分佈，使其間之距離，成直線的勻等，極有困難。故祇能將整條線路分為若干段數，而調節其各段間之感應電壓，使能相互對消，務求  $aa'$ 、 $bb'$  及  $cc'$  感應電壓之總和，彼此近似相等。線路中供電綫



第四圖

路每有一個完全換位之距離，謂之 barrel。因高壓輸電線路之換位，必需有某種桿塔及碼子，故每 barrel 之距離，嘗儘量展長，大約最短者總在六公里以上，而依德國通例平均為四十公里。

換位之所得，為改變線路外磁場之相角；故受感應之線路中之感應電壓，亦受變更，相角之變更關係，有如下表，表中示四種感應作用，其中最堪注意者，三倍次數諧波所生之餘流作用不能用換位方法減免。

三相交流供電線路換位之條件如下表

供電線路中之電流	電話線中之感應電壓	平衡條件	換位之相角變更	
			供電	電話
平衡 (非三倍譜)	線與地間	$a+a'=b+b'=c+c'$	$120^\circ$	$0^\circ$
" "	綫與綫間	$a'-a'=b-b'=c-c'$	$123^\circ$	$130^\circ$
餘流 (三倍譜)	綫與線間		$0^\circ$	$0^\circ$
" "	綫與地間	$a+b'+c=a'+b+c'$	$0^\circ$	$180^\circ$

平衡之非三倍次數諧波電流在三線中之相角各差 $120^\circ$ 電話綫路中所感應得之線與地間電壓既與電話綫之换位無關，故 a 與 a' 兩段中所感應之電壓，應為同相，在 a' 段後，供電線施行换位，其結果使影響至電話綫之作用，轉移 $120^\circ$ 之相角 b 與 b' 兩段中所感應之綫與地間電壓，亦為同相，但與 a 及 a' 兩段之感應電壓相差 $120^\circ$  同理，c 及 c' 中之感應電壓，又差 $120^\circ$ 。故電話綫路中之實得電壓，應為全線之總和，茲姑就一 barrel 中之情形為例，以期簡單，則

$$e_g = (a+a')\cos\theta + (b+b')\cos(\theta+120^\circ) + (c+c')\cos(\theta+240^\circ)$$

若  $a+a=b+b'=c+c'$

則代入上述公式中時  $e_g=0$  故線路認為完全平衡，惟事實上兩線路之並行既不易如是等距平行，其間之靠近距離各有穿差，换位地點各等之長度雖可使之相等，終難絕對無差，故 e 必大於零。

縱上所述，平衡之非三倍次數諧波所生之綫與地間之電壓，必需由供電線路上施行换位，方可減少，單就電話綫施行换位，無能為力，此電壓不能超過三百伏，否則有碍安全，在此限度以內，對日常使用上無所關係，故短距輸電綫路或輸電線與電話綫之相並互長其短者，仍僅由電話綫單獨施行换位也。

至以同此作用所生之線與線間電壓，即電話機所實受之電壓，則應為雙線制兩線中各線電壓之差，此時輸電綫路换位之效用仍如前述，而電話綫换位則可有 $180^\circ$ 相角變更之影響矣。故實得電壓

$$e_L = (a-a')\cos\theta + (b-b')\cos(\theta+120^\circ) + (c-c')\cos(\theta+250^\circ)$$

若代入上式則  $e_L=0$  如何能使  $a-a'=b-b'=c-c'$  則在電話綫之换位矣，而三者既相等還需持供電線之换位以使  $e_L=0$  但在線路端之電話機所實受者為兩線之差，故若供電線不施换位，祇須有平衡之電話綫亦可使  $e_L=0$  而避免干擾作用。

三倍次數諧波之可產生餘流，前已詳述，此種餘流既為同相，導線

與大地之間有如單相電流之傳輸。整組傳輸導線（三根）及大地各爲此單相電路之一線。三供電導線中之餘流爲同相，故供電線之換位，不能使有任何影響。同時，電話線上所感應得之線與他間電壓，單就架空電話線之換位，亦不能使有影響。是故三倍次諧波所生之線與地間電壓，未可以換位方法使之減少。餘流所生之線與線間電壓，卽爲兩電話線間之實得電壓，故電話線之換位時，有  $100^\circ$  之相差。若兩線所感應得之電壓完全相等，則實得電壓，乃可消滅。

第四圖所示不過一個簡單之例。事實上電話線之換位節距，尙不能如是之長，而電話線之對數不止一對，則其換位除避免由供電線所生之干擾作用外，更須注意各對話線間之互感作用，問題乃更繁複，但其原理不外上述各條也。

### 分 隔

分隔卽增加其橫面間隔，使兩線路不致靠近太甚，以減少其交連度。本來若無兩線路之靠近，則一切干擾作用，均無由生，故若事實上及經濟上無多阻碍，自以使供電及電信兩線路相分隔至愈遠愈妙。蓋分隔實爲避免干擾之最有效辦法也。惟有勢所不能分隔至極遠者，卽至少應維持至足以發生危險或妨礙工作之程度以內，照國際長途電話諮詢委員會之推算；從高壓輸電線之靜電場在鄰近電話線所生之電壓，不超過 300v，約得下式

#### 橫面間隔之公尺數 $71 \frac{1}{2} E$

此式之來源，自有數種特殊假定，未可直接應用，此間不過略舉爲例耳。

#### 限制接地

此爲日本所採用之方法，祇許在發電或配電之一端接地（大都皆在發電處接地）且經過相當電阻，以限制地氣電流。但自 1909 年至 1929 年間，共試用二十年，對於干擾方面果能粗具相當效力之避免，而供電方面之困難則甚多，故現已在計劃改用感抗以代電阻矣。

若將發電機之中性點使之孤獨 (Isolate) 而以特種所謂接地變壓器 (Grounding transformer) 接地者，該變壓器之次級線捲連成 $\Delta$ 形而再接地，則三倍次諧波電流及電壓，皆被短路而得充分減少。此為抑制既發生之餘電作用者，歐洲採用最廣。

#### 提高電信線路之電流

在長途電話中，從受話器傳出之成音週波電流，極為微弱欲使傳經長距線路而得清晰無遺，常須經過放大器之放大，若無線路上之干擾作用，則此項放大工作，在線路之任何一端均可，因有干擾電流之感生，故此項放大工作，以在發話站施行為宜；若在收受處放大者，則勢必連干擾電流同時放大，將更增為害矣。在收受處再加濾波器者，可使成音週率以外之雜擾電流濾去，亦為一有效之法。

#### 減少三倍次數諧波之發生

在發電機之設計時，若其線捲節距 (Coil pitch) 用  $2/3$  者，對於三倍次數諧波之發生可以減少，故可減少為害最烈之餘流作用，(Residual effect)，今美國已在試行發電機之『電話干擾係數』限制法故此項新係數當漸為購置發電機者所注重而列入其規範書以預防干擾之滋害。

此外更有接調諧之短路於發電機線端，使既生之三倍次數諧波可在此線路中流轉，而可不致傳入或極少傳入輸電線中，是亦一改善電波形之一方法也。

#### 結 論

供電線路影響於電信線路之干擾，大概可分為平衡作用 (Ballanced effect) 及餘流作用 (Residual effect) 兩種影響，平衡作用中三線之瞬值總和為零，故可用換位方法，以使對消其作用。

餘流作用所生之干擾，因有地氣電流，故影響既大，換位又失效用，故須另用種二方法，或免止餘流作用之發生，或抑制其既生，或引液其不得外導，皆足供吾人之參考，而 t. i. f. 更為新興之係數，此後購置新

發電機時之規範書中，似應列入，以預防干擾問題之發生。

供電及電信線路之干擾問題，既為近年來所新發現者，故研究者雖不乏人，結論及方法亦有不少，但欲得具體之規定辦法，因其情形甚為複雜，有地理的，經濟的，技術的，種種關係，殊難一概而論，有待以因地制宜隨機應變也。今歐美及日本均有專門之學會或機關從事此項問題之研究，我國之環境較佳，現在尙少既設之干擾困難，若能先為預防，求其最合於環境及時代之干擾避免方法，以為將來施工之取則，則事易而效大，但願主管機關，學術團體，早為籌劃，進而研究之。

# 中國電氣事業之發展<sup>⊗</sup>

建設委員會全國電氣事業指導委員會

## 導 言

1. 本文共分三章，大致以世界第三次動力會議美國國家委員意見為依據。第一章緒述電力事業之統計，且於每統計表上作簡單之說明。第二章述明電氣事業之趨勢，並討論及用統計表說明諸重要問題。第三章詳述編纂統計之組織，範圍，及方法。
2. 編纂中國電氣事業之統計，始於最近數年，本篇大多數統計表為1932—1934年，其他前數年及1935年之可靠資料，亦一並搜集之。
3. 本篇大部資料採於南京建設委員會出版之全年統計公報。大會代表及讀者欲得較詳細之材料，可就該公報研究之。
4. 東北四省因在日本統制下，頗難得可靠之材料。為避免影響其他統計之精確計，故本篇全未採納。

## 第 一 章

### 統 計

## 第一節

### 電廠之分類

依據建設委員會全年統計公報之導言，將電氣事業分爲兩大類，(一)國人經營電廠，及(二)外人經營電廠。其第一類尚可分四種。(一)公營，(二)私營，(三)公私合營，(四)中外合營。爲劃一及比較起見，本篇依大會分類之習慣分該事業爲兩類，如私營電氣事業及公營電氣事業。此第二類包括中國政府（中央及省市政府）所經營及租界內公部局所經營之事業。在此外者均屬第一類（私營事業）。

依照發電量大小，所有電廠可分爲四種。如第一種 10,000 瓩以上者，第二種 1001—10,000 瓩，第三種 101—1000 瓩，第四種在 100 瓩以下者。

## 第二節

### 私營電廠

第一表爲全年私營電氣事業之統計。在 1934 年全國有 438 個電廠。發電量有 483,000 瓩，計供電有 1,520,000,000 瓩小時。此項電廠之原動力，大多用內燃機。但照發電量及供電方面，大部份爲蒸氣發電機。水力發電機在各方面，均不佔地位。

## 第三節

### 公營電廠

第二表爲公營電氣事業之統計。在 1934 年全國有二十二個電廠。其總發電量爲 59,000 瓩，其總供電爲 174,000,000 瓩小時。其中有兩個電廠爲租界公部局所經營，即天津英租界公部局及漢口日租界公部局。由電廠數目及發電量方面，公營均爲私營所超過。

公營電廠，其規模平均較大，此爲不可忽視之事實。一如私營電廠蒸氣發電機佔優勢然。

第一表  
電廠每年電力發展之統計-(A)

年 度	私 營 電 氣 事 業											
	水 力			蒸 氣 發 電			其 他			私營電廠總數		
	電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位		電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位		電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位		電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位	
		2	3		4	5		6	7		8	9
1932	7	2	4	90	356	1,103	347	51	88	444	409	1,195
1933	8	2	4	89	380	1,285	346	56	109	443	438	1,393
1934	8	2	5	78	419	1,400	352	62	115	438	483	1,520

第二表  
電廠每年電力發展之統計-(B)

年 度	公 營 電 氣 事 業											
	水 力			蒸 氣 發 電			其 他			公營電廠總數		
	電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位		電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位		電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位		電廠數目	為單位 發電量以千瓩為單位	
		14	15		16	17		18	19		20	21
1932	0	0	0	10	68	143	9	2	5	19	70	148
1933	0	0	0	8	56	140	7	2	3	15	58	143
1934	2	0.2	0.3	10	57	171	10	2	3	22	69	174



## 第四節

## 外人經營之電氣事業

第三表為外人經營與國人經營電廠之比較。從此可知我國重要電氣工業之地位均為外人所佔據。內中僅有數廠其總發電量超過所有國人經營總數。其每瓩發電量可供給較多瓩小時，較國人經營超過約百分之五十。此即表明能善利用其設備及獲得較大之經濟。推其故，由于外人電廠佔據我國最繁盛及工業區域，故有較大之發展機會。

第三表

國人及外之電氣事業全年之統計

年 度	國人經營電廠			外人經營電廠			總數		
	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩小時為單位	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩為單位	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩為單位
1932	452	236	509	11	242	834	463	478	1,343
1933	448	252	591	10	245	949	458	496	1,541
1934	450	269	687	10	273	1,007	460	542	1,694

第 四 表  
各級電廠每年之統計

年 度	第一級 電 廠 (10,000 瓩以上)			第二級 電 廠 (1,001—10,000 瓩)			第三級 電 廠 (110—1000 瓩)			第四級 電 廠 (100 瓩以下)			總 數		
	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩小時為單位	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩小時為單位	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩小時為單位	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩小時為單位	電廠數目	發電量以千瓩為單位	供電量以百萬瓩小時為單位
1932	11	352	1,096	30	93	184	83	21	43	339	12	20	463	478	1,343
1933	12	367	1,278	30	93	198	89	24	44	327	12	21	458	496	1,541
1934	12	369	1,394	36	107	234	96	28	48	316	11	18	460	542	1,694

## 第五節

### 小電氣事業

第四表爲電廠依等次分類，大部份電廠均屬第四等，此等小電廠以江蘇，浙江，佔大多數，各重要城鎮，均有電氣供給，于效率多不介意，將有取消之趨勢，當詳述之。

## 第六節

### 水力電廠之進展

由第一，第二及第六表可知用水力發電，在當今電力工業方面完全不佔地位，全國水力電廠不滿十二個，且均規模狹小，裝置簡陋，其中最足述者，爲雲南省，雲南電氣公司，該廠有兩部發電機，共有電力 1,752 瓩，其餘九個電廠，大半在 100 瓩以下，故中國之水力發電，尙在開發時期。

## 第七節

### 江蘇省電力事業佔全國首位

第五表爲各省電廠之分配，江蘇省包括南京，上海在內，佔全國之首位，其次爲廣東省連九龍在內，再次爲河北，包括北平天津，邊遠省份如察哈爾，新疆及甯夏，現在仍無電氣供給，陝西省於今年四月間在西安將有 750 瓩之蒸氣發電廠，至於蒙古可信決無電廠之存在。

## 第八節

### 電力之產生及運用

第六表爲說明電力之產生及其如何運用，從表中可見百分之九十三爲蒸氣力，百分之七爲內燃機，及小於百分之一之水力發動機，在總發電量中，百分之二十三爲損失，百分之卅三用於電燈，及百分之四十四用於電力者。

第五表  
每年各省電廠之統計

省 及地方	1932			1933			1934		
	電廠 數目	發電量以 千瓩為單位	供電量以千瓩 小時為單位	電廠 數目	發電量以 千瓩為單位	供電量以千瓩 小時為單位	電廠 數目	發電量以 千瓩為單位	供電量以千瓩 小時為單位
江蘇	119	258,398	902,887	121	271,897	1,081,331	118	296,604	1,179,323
安徽	29	4,241	7,231	29	4,228	7,863	28	4,923	8,118
浙江	117	33,683	35,773	120	32,882	42,220	17	32,835	46,765
福建	20	6,681	20,869	22	9,892	21,571	21	11,216	22,503
廣東	46	55,772	138,852	42	55,574	123,510	43	56,806	141,568
廣西	9	1,739	3,410	9	1,769	3,211	10	2,291	4,503
雲南	3	1,520	3,533	3	1,852	3,493	3	1,852	4,160
貴州	1	150	290	1	150	286	1	150	373
湖南	11	6,139	12,043	10	6,518	14,199	10	6,958	15,643
湖北	10	2,268	4,618	11	2,352	4,865	11	2,298	5,016
江西	19	26,255	58,795	18	25,989	62,538	19	26,354	65,880
四川	24	1,459	2,560	19	1,580	2,966	24	2,611	4,712
西康	0	0	0	1	25	40	1	25	40
青海	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新疆	2	90	175	0	0	0	0	0	0
甘肅	3	60	115	2	111	175	3	131	210
寧夏	0	0	0	0	0	0	0	0	0
陝西	0	0	0	0	0	0	0	0	0
山西	9	2,608	7,521	8	2,549	7,621	8	5,549	6,985
河南	5	1,074	1,197	6	1,186	1,594	5	1,436	2,218
山東	17	18,928	45,844	17	21,080	54,833	16	21,835	60,890
河北	16	56,343	94,162	16	56,611	105,152	18	64,632	121,647
遼寧									
吉林									
黑龍江									
熱河	1	385	673	1	385	596	1	385	647
察哈爾	2	608	22,33	2	608	2,705	2	608	2,776
綏遠	0	0	0	0	0	0	0	0	0
綏蒙	0	0	0	0	0	0	0	0	0
西康									
總數	463	478,703	1,343,071	458	496,138	1,540,844	460	542,399	1,694,167

## 第六表

每年電廠電能之產生，輸送，輸出，及出售之統計

以百萬瓦小時為單位

年 度	電 能 之 產 生				從購 其他 電 工 廠	進 口	出 口	方及捐 棚分佈 輸之耗 電	售于 電燈者	售于 電力者
	水 力	蒸 氣 力	其 他	總 數						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1932	4	1,246	93	1,343	0	0	0	308	530	495
1933	4	1,425	112	1,541	0	0	0	341	594	606
1934	4	1,571	118	1,694	0	0	0	393	569	732

注意：第九行包括電廠所有機件之耗損

## 第二章

## 電氣事業之趨勢

## 第一節

## 歷史與發展

中國第一次利用電燈，依吾人可以記憶者，當在一八七九年。該年於上海進口及裝置一西門子十四匹馬力柴油發電機。係電弧式。第一公用發電廠當為一八八二年上海電氣公司所裝之電廠。查該年即為愛迪生氏裝置其大發電廠於紐約城中。中國發電工業，雖與他國同時，但未能與之並駕齊驅。其主要原因，為彼仍在農業時代，不若其他工業國家需電之孔急。現中國對全國電氣化，尚屬幼稚，例如 1934 年以中國之地廣民衆其全國電廠僅共有 540,000 瓦之發電量，其全年供電總數僅為 1,694,000,000 瓦小時，可以想見。依人口分配，每千人僅佔 1.2 瓦之發電量，每城市僅佔 3.6 瓦小時。較大之城鎮方有電氣供給。僅少數住戶用電，而大多

又用之於電燈，依人口總數，僅百分之 6.4 可得用電機會。以此類記錄與他國相較，未免令人失望。

雖有各種事實，令人失望，但吾人可斷言者，為電力工業現正突飛猛進。如第七表所載在此最近十二年間，發電量已三倍於已往。在此經不景氣期間而有此種進步，實令人驚奇。依全國一般改進狀況而言將來電氣事業之進步，定仍有進無減。

## 第 二 節

### 大城市之電廠集中

中國現今電力工業，乃集中於少數大城市中。此種事實，可於第八表見之。

第 七 表

1923-1935 間電廠電力之生產

僅大城市佔總發電量有百分 74.4 及用全國總供電能百分之 84.5 工業荷載 (Industrial Load) 較電燈荷載 (Lighting Load) 用電為多。現新工業大多集中於各大城市，此種現象除有新工業發展於其他新區域外，必繼續持其現狀。

年 度	電能產生以千瓩為單位
1923	506,000
1924	593,000
1925	615,000
1926	803,000
1927	826,000
1928	943,000
1929	1,088,000
1930	1,189,000
1931	1,376,000
1932	1,343,072
1933	1,540,844
1934	1,694,167
1935	1,700,000

注意：在 1933，及 1934 之記錄，均經吾人皆詳細估計

## 第三節

## 上海市電力之供給

上海為世界大城之一，乃中國最大之都會，且為最大之工業及商業中心。故為第一用電之區。其需要電力，隨各種工業之發達而增加，尤以紡織工業為甚。刻下上海電力供給制度，可與世界各大城市媲美。現有七個人電氣公司。內中有數廠自行發電。其總量約為 250,000 瓩。餘數廠

第八表

各大城市之電廠

城市	電廠數目	發電量以瓩為單位 (1934年終)	1935年發電量之增加及 添設未竣者	電能產生以千瓩小時為單位	
				1934	1935
上海	7	246,920	40,000	1031,293	993,201
南京	1	13,910	10,000	24,244	31,793
北平	3	23,735	15,000	48,406	45,530
天津	5	37,400	0	59,527	58,920
漢口	4	23,125	0	59,501	64,990
廣東	1	24,000	30,000	88,716	87,578
青島	1	3,800	15,000	41,107	47,002
杭州	1	20,280	0	25,935	28,834
全國之總百分比		403,170	110,000	1,381,732	1,357,848
		74.4%	—	84.5%	—

全部或一部份向他廠購電。關於此七廠在 1984 及 1935 年之重要記錄列於第九表內。

## 第 四 節

### 輸電綫及互相連接之計劃

輸電制度至今依然未達完善之境。僅有數大電廠建有相當高壓輸電綫。最高輸電之收受端電壓為 30,000 伏。此項電壓不久將為首都電廠所架設之南京至龍潭綫所超過。此綫長 60 公里，收受端電壓為 60,000 伏。該綫供給龍潭附近兩水泥廠之電力。近數年來，曾建設數鄉鎮綫路。該綫等由發電廠接出至鄰近鄉鎮，供給小工廠之電力及其他用途。電壓在 6,600 伏至 30,000 伏之間。

電廠之互相連接尚不普遍。惟上海市各廠均互相連接。其連接之主要目的，多為防止意外事件。然尚未注意同時運用及交換電力。

以中國用電之少，需要小發電廠，而不需有完美互相連擊之電廠。然在特殊地域，則又不然。例為揚子江下流之南部如上海，南京，無錫，蘇州，杭州，均為中國人口最繁及工業發達之區，其電力需要增加頗速。故多數電廠均特別擴張其發電廠。現今各大電廠漸有互相連接之趨勢，以便使發電合乎經濟及用電普及之原則。建設委員會已注意及此。甚願於不久之將來，能按步漸次完成之。

## 第 五 節

### 小電廠之趨勢

從第五表內可見江浙兩省之電廠佔全國電廠總數之半數。彼等組織大概甚小。在二三五個電廠中，內有二一八個電廠，其發電量小於 1,000 瓩。（第三級及第四級）多數電廠之工作，並不滿意，甚至有少數虧東者。其主要原因為管理不良，耗煤太多及燃料之漲價等等。最近有顯著之趨勢，



第九表  
上海市各電廠之重要記錄

電廠名目	北水	華商電力	浦東	新華	2) 西區	上海	法商
所有區域	中國 北區	中國 南區	中國 浦東	中國 北區	中美合辦 西區	美國 公共租界	法國 法租界
區域內 1984 年之人口	626,566	782,010	328,749	90,928	—	2,257,000	497,000
1984 年之用戶數目	27,225	46,118	9,423	2,887	—	80,214	33,539
1984 年所裝置之發電量	20,500	16,000 <sup>1)</sup>	600	0	—	183,500	26,320
原動之式樣	透平機	透平機	透平機	—	—	透平機	提實爾柴油機
1984 年資本總額以 10 <sup>3</sup> 元為單位	5,712	6,240	250	250	—	144,502	108 法郎
1984 年收入總數以 10 <sup>3</sup> 元為單位	3,715	3,901	312	312	—	13,370	—

(此表未完)

注意: 1) 新 30,000 瓩機器正在裝置

2) 1935 年一月成功

第九表 (續)

上海市各電廠重之要記錄

電 廠 數 目	開 北 水 電 廠	華 商 電 力 電 車 公 司	東 浦 電 氣 公 司	華 翔 電 氣 公 司	西 區 電 力 公 司	上 海 電 力 公 司	法 商 電 車 公 司
電能產生以千瓩 小時為單位	69,877	48,788	2,286	0	—	855,096	55,945
電能批進以千瓩 小時為單位	19,592	9,934	8,899	4,242	—	0	—
最高荷載以瓩為 單位	21,572	11,600	2,830	1,214	—	144,026	16,200
荷載因數之百分 比	47.5	57.8	45.1	39.9	—	67.8	38.9
電能產生以千瓩 小時為單位	72,924	49,344	2,632	0	0	825,149	53,152
電能批進以千瓩 小時為單位	35,076	13,931	10,437	4,863	148,939	0	—
最高荷載以瓩為 單位	22,395	14,400	3,200	1,048	23,230	143,733	16,200
荷載因數之百分 比	60.1	42.2	46.5	53.0	78.0	65.5	37.4

1931

1932

諸小電廠停止發電，均向鄰近各大電廠批電零售。此舉使本身及用電者兩得其益，此實與建設委員會鼓勵集中發電以使合乎經濟之目的相符合。

## 第六節 標準

中國政府久已注意規定電業工業標準之利益。故當建設委員會成立伊始即慎重考慮此事。定週率為 50，電壓為 220/380 伏為標準。此類規定即經嚴厲執行至今已有一百分之 82.4 之總發電量用此標準週率如第十表。此種百分比率將漸增高。未採用標準週率之重要城市而用 60 週率者，為廣州，漢口，福州，廈門。廣州新電廠為供給全市電氣，有三萬瓩亦採用此標準週率。此次廣州市政府當局採取中央標準規律，深可贊美。漢口水電公司，最近將建築第二電廠，亦決定採用標準週率，此為有價值之現象，並有甚大之效果。至於用戶電壓除數外人電廠仍用 200/350 或 100/190 伏外，其餘中國電廠大多均用或即採用標準電壓。深願外人電廠將來亦有同樣之進步。

建設委員會除規定實行標準週率及電壓外，於 1931 年成立中央電氣試驗所。其目的為改進電力及電氣製造廠之普通標準。該所之工作，包括試驗中外製造電氣用具，及測定各種電表。該所曾極力擴充，故其活動範圍因之增加，而其效用之擴大，亦將隨工業之發展而大增。在建設委員會指導之下，數省市政府亦成立試驗分所，協助中央試驗所之標準工作。

第 十 表  
週率標準程度之統計

年 度	總發電 量以瓩 為單位	標準週率		非標準者			
		50 週波		60		直流電及其他	
		發電量 以瓩為 單位	總百分 比	發電量以 瓩為單位	總百分 比	發電量以 瓩為單位	總百分 比
1932	478,019	390,028	81.6%	72,518	15.2%	15,473	3.2%
1933	496,140	405,201	81.6%	74,852	15.1%	16,087	3.3%
1934	542,399	446,527	82.4%	81,095	14.9%	14,777	2.7%

注意：標準週率百分比於 1936 終將增至 85%。

## 第 七 節

### 水力發電

中國雲南，四川，福建，廣西及貴州等省，其地多山雨量充足，故富有水力。然尚無特殊之水力發電廠之建立。中國北部產煤而南方諸省之工業化，極合經濟原則，故南方非開發水力不為功。今雖尚未利用此寶貴富源，但政府已漸注意及之。曾組織若干考察團赴國內著名水力所在地考察，以決定開發之方針。有數處地較有把握已作詳細考察，初步計劃亦已完成，若湖北宜昌之長江，廣東英德之翁江，福建龍汀九里河之瀑布，四川廣縣 (Kwan-Hsien) 之明江，(Ming) 以上水力未能開發，均因無電力市場及缺少資金。將來國家經濟漸次發達，水力發電定亦隨之發展。

## 第 八 節

### 小水力電廠之發展

發展大水力電廠困難情況既如上述，但小水力電廠則處境不同，發展

小水電廠可免除資金之難籌，及電力之難於銷售。現大多較小電廠，均用石油發電。因其油價昂貴及效率太低，發電成本太高，此為發生虧本之重要原因。倘用水力發電，則此種問題均可解決。試觀各小水力電廠無燃料之費用，無不得有利潤。小水力電廠能引起國人之注意，為建設大水力電廠之先導。

## 第九節

### 工業電氣化

工業電氣化通常經過三個階級。第一階級為直接用蒸氣機，內燃機或水力為原動力。待馬達發達後，因其較蒸氣內燃機為佳，各工廠均設有電廠以供給馬達之用。此為第二階級。最後各廠覺由電廠買電合乎經濟，並較便利，皆放棄發電，而由各大電廠供給。此為最近電力供給之趨勢，亦即所謂第三階級是。

第十一表

1934年工廠的電廠初步統計

工 業	電 廠 數 目	發電量以瓩為單位	電能產生以瓩小時為單位
紡 織	68	86,257	386,000,000
礦 場	26	59,566	149,500,000
化 學	18	23,908	86,800,000
其 他	99	23,271	32,400,000
總 數	211	193,002	654,700,000

現中國三種階級同時並存。年久之工廠，仍用直接發動。少數改為電力。最近及最新工廠在環境許可中，均採用電力。其電力為自己發電或購諸電廠者。

在第十一表爲工業之電廠統計。此表所列，均在營業電廠之外。從該表可見各工廠總發電量爲 193,002 瓩，合營業電廠之總發電量百分之 35.5 其總供電能爲 654,700,000 瓩小時。合營業電廠之總供電能之百分 38.8 紡織工業可以紗廠爲代表，其發電量及供電能均佔首位。此乃因紡織工業爲中國之重要新興工業。最大電廠爲開灤煤礦管理局者，其總發電量爲 29,000 瓩。在化學工業方面，最近成立數大水泥廠，均有甚大之電廠。少數營業電廠向工業電廠購電，而轉售於用戶者亦有之。

如第六表所列 1934 年電廠供給電力計 732,000,000 瓩小時。此數與上列之一數比較，則 1934 年電力用于工業已超過半數。電廠雖漸有增加，但發展至第三階級，工業電氣化尙需長時期之努力。上海電力公司已將範圍內之工業完全電氣化。其他電廠有成效者，爲威墅堰電廠，青島電氣公司，開北水電廠，及其他廠等。首都電廠最近供給工業電力，造成最廉之紀錄。平均每瓩小時爲一分三厘。是以用電力之主顧爲之急增。廣西電廠新造 3200 瓩蒸氣發電廠，將用以電化數處鋅礦場。建設委員會曾努力於電廠及電力工業之接近及互相合作，以期工業聚其精力於製造，電廠則任電力之供給。此所謂分工合作，乃中國發展國民經濟之急需。中國工業，資本短少，裝置完善之電廠，勢所不能。非爲此，無從解決其困難。最近電廠之電力售價，確已減低，吾人深望有繼續減價之趨勢。

## 第十節

### 電氣製造工業

中國電氣物品及電機之製造，尙在萌芽時代。但於此點已加注意，而有相當之進步。自製物品之成功者爲燈泡，小型變壓器，馬達，電扇，針狀磁瓶，及各種家常用具等。內中大部份已可與外貨媲美。中國柴油機製造者，已能製造小型機器，爲小電廠之應用。電綫及電纜，佔電料進口重要地位，惜中國缺少此項製造廠家。

第十二表  
中國各電廠所有透平發電機之統計

製 造 廠	透平機		每部機器		發電量		一部機器	
	數 目	總 瓦	百分比	平均瓦	數 目	瓦	百分比	平均瓦
A. E. G.	11	30,650	5.2%	2,790	11	60,650	10.0%	5,510
S. S. W.	18	109,640	18.0%	6,090	27	106,700	17.5%	3,950
B. B. C.	27	66,404	10.7%	2,460	25	63,904	10.5%	2,550
skoda	4	23,500	3.9%	5,880	4	23,500	3.9%	5,880
Other Continental Firms	17	48,560	8.0%	2,860	10	24,000	3.9%	2,400
B. T. H.	14	60,600	10.0%	4,330	13	59,850	9.9%	4,600
M. V.	16	102,500	16.8%	6,410	16	102,500	16.8%	6,400
Parsons	6	38,000	6.2%	6,330	6	38,000	6.2%	6,330
G. E. C.	1	5,000	0.8%	5,000	3	7,500	1.2%	2,500
Other English Firms	6	7,750	1.3%	1,290	4	5,250	0.9%	1,310
G. E.	21	90,600	14.9%	4,310	22	91,350	15.0%	4,150
Westinghouse	3	2,800	0.4%	930	3	2,800	0.4%	930
Japanese Firms	5	23,120	4.8%	4,620	5	23,120	3.8%	4,620
總 數	149	609,124	100.0%	4,090	149	609,124	100.0%	4,090
英 國	43	213,850	35.1%	4,970	42	213,100	35.0%	5,070
德 國	35	61,850	26.5%	4,620	38	167,350	27.5%	4,400
美 國	24	93,400	15.3%	3,890	25	94,150	15.4%	3,760
瑞 典	28	69,604	11.5%	2,480	25	63,904	10.5%	2,550
瑞 士	4	23,500	3.9%	5,880	4	23,500	3.9%	5,880
南 日 本	5	23,120	3.8%	4,620	5	23,120	3.8%	4,620
法 國	2	12,800	2.1%	6,400	2	12,800	2.1%	6,400
瑞 比	4	6,200	1.0%	1,550	4	6,200	1.1%	1,550
比 國	4	5,000	0.8%	1,250	4	5,000	0.8%	1,250
總 數	149	609,124	100.0%	4,090	149	609,124	100.0%	4,090

注意：此表包括所有透平機等於或在500瓦特以上者

電機及電氣用品，決不能永久依賴外人之供給。中國電機製造事業，必隨電氣工業而發展。在最短期中，當認為國家經濟上不可缺少之事項。

## 第十一節

### 電廠之機件

透平機用於第一級及第二級電廠。蒸汽機柴油機電機則用於第二級及第四級電廠。透平機與發電機均從外國進口。中國市場，門戶開放，各種透平發電機均有。第十二表為其統計。該表所列為已裝或已定購者，其發電量等於或大於 500 瓩。依國別言之，英國供給最多之透平發電機佔總量之大部份。依製造廠家言之，Brown Boveri Company 供給最多之透平機。西門子製造廠供給最多發電機，茂偉供給大多數之中等發電機。美國公司除多年前供給透平發電機，近已毫無進口，現在電廠中有二十座透平發電機，皆有 10,000 瓩，及以上之電能。其最大者係 1934 年六月裝於上海電力公司楊樹浦電廠中。乃 B. T. H. 式。有 22500 瓩。

上海法商電車公司之提實爾柴油機，為世界之最大者。近來添設第九部機器為蘇爾式 (Sulzer set) 計 8,000 瓩。該廠總發電量已增加至 26,320 瓩。

中國所用鍋爐，大多為 B & W 廠出品。最近亦發現少數為司擴大 (Skoda Works and the Combusion corporation) 所製造。各廠所製之鍋爐，列於第十三表中。

在 1929 年以前，煤粉未應用電廠。待上海電力公司楊樹浦第四號鍋爐間裝有兩付 Stirling 及兩付 B & W 鍋爐後始燃煤粉。其後杭州電廠於 1932 年裝兩付 C. E. C. 鍋爐，用單獨碎煤器。最近首都電廠第三廠完成，亦裝兩付同樣 C. E. C. 鍋爐，以煤粉為燃料。

中國最大鍋爐為上海電力公司，計有 160,000 磅/小時之鍋爐四座，及廣東新電廠有兩座 70 噸/小時之 Steinmueller 鍋爐，其最大壓力為上海開



北水電公司所採用之 40 大氣壓力。此同樣壓力將亦為上海華商電力電車公司所採用。現有五電廠所用蒸氣壓力為 30 大氣壓力以上者。其最高溫度為閘北電廠，蒸氣溫度為攝氏 425 度。

## 第十三表

中國電廠所用鍋爐之統計

製造者	數目	燃燒面積		每鍋爐之平均平方呎
		平方呎	總百分比	
B. & W.	188	76,210	65.0%	406
Stirling	19	15,622	13.3%	894
Skoda	13	9,682	8.2%	745
Combustion Eng. Corp	6	5,404	4.6%	901
B. & W. (Japan)	3	3,441	2.9%	1,147
Steinmueller	2	2,200	1.9%	1,100
Borsig	4	1,944	1.7%	486
其他工廠	8	1,781	2.4%	348
總數	243	117,284	100.0%	484

注意：其表包括所有鍋爐供給透平發電機者，其大小為 500 瓩或 500 瓩以上者。

## 第十二節

## 發電之效率

1934 年全國電廠共用煤 1,509,000 噸，石油 37,000 噸。全國在該年用煤總量（東北四省除外）為 20,945,000 噸，石油進口總數為 408,694 噸。電廠消耗約為煤及石油總數之百分 7.2 及 9.1。

假定各種燃料之平均燃燒熱量後，其均發電之總熱效率如下：——

1932: 12.7%    1933: 13.5%    1934: 13.8%

從上可見效率漸次增加，實由於續繼添設或改裝較大及高效能之發電機所致。

### 第 三 章

#### 統 計 之 準 備

#### 第 一 節

#### 組 織

收集材料，編輯及出版電力工業之統計為全國電氣事學指導委員會之主要責務。換言之，即為建設委員會管理電氣事業及監督全國電力之發展之主要組織。所有統計工作，均集中於本會。其他政府及私人機關均無此種特別工作，但皆與本會合作，時時供給統計材料。

#### 第 二 節

#### 工 作 範 圍

本會之統計範圍，分列於下：——

全年統計 —— 本會每年發表中國電氣事業之統計報告。內中包括各種統計表格。本篇之統計表，均取於是。該報告已出版五期。第六期為1935年者，正在編輯及預備中，將於本年十月間出版。

每月統計 —— 從去年起，本會開始編輯電氣事業統計月刊。以其結果刊於建設委員會之每月公報內。關於1935年統計，現列於十四表。該統計包括所有電廠之發電量在300瓩以上者。約佔全國百分之97。根據統計，可分析該工業之實地情況。

廠之統計 —— 近來本會進行電力工業之機件之調查。本篇中僅有簡單之統計而已。至於詳細統計表，需俟數月以後。

電氣製造業之統計——本會鑒於電氣製造及電氣工業有密切關係，現亦專力於電氣製造之統計。其結果不甚令人滿意，故未發表。深望將來有以改進之。

其他統計——以上所述各項，均按期進行。其他統計，依需要而隨時進行統計，並發表之。

## 第十四表

1935年各電廠發電量之每月統計

月份	業置之發電量以 瓩為單位	最高需要之瓩	發電量以瓩小時 為單位	工業耗去之電能 以千瓩小時為單 位
1月	524,753	375,222	150,716	81,177
2月	524,753	374,466	121,359	64,102
3月	524,753	362,207	142,817	72,454
4月	524,753	360,330	139,400	79,965
5月	525,592	348,904	137,106	79,029
6月	525,792	320,817	124,340	73,043
7月	533,422	328,140	124,341	68,815
8月	525,692	326,291	126,733	70,117
9月	535,244	339,601	129,186	73,079
10月	534,160	360,072	142,762	80,284
11月	539,783	363,711	142,864	79,676
12月	543,970	381,104	155,320	82,708
全	年		1,636,946	904,449

注意：此表包括八十三個電廠發電量在 300 瓩者，1934 年電能產生合全國 97%。1935 年電能產生約為 1,700,000,000 瓩小時。

## 第三節

## 方法之採用

本會之目的，在發表有用而確實之統計。獲得統計之方法如下：

直接調查——在可能範圍內，均經直接調查。建設委員會規定全國

電廠於每年年度四個月內編送全年詳細報告。編輯全年統計報告，即以各電廠之報告為根據。至於外人電廠，均用函詢。每月統計，亦由各廠每月報告得來。各工廠及電器製造廠，亦受同樣之規定。

間接調查——當直接調查不能實行時，則用間接調查。各地方政府及電氣廠家有供給該地電廠及製造廠詳細情形之義務。

規程——各電廠及其他工廠均發有詳細章程，以便編造報告。各種報告表格，均詳細設計分發應用。

提早編造報告——為使公衆早日明瞭工業情況起見，本會盡力提早版統計刊物。幸已如願。全年統計報告，通常出版於每年終後。每月統計報告，則出版於每月月底後。

估計——遇記錄缺少時，則用估計數目。所估計之數目，均經詳細之考慮。普通缺少記錄，為數甚鮮，故對於結果之準確上，可毫無影響。

#### 第 四 節

### 國際電力之統計

國家編輯統計，不僅以國家為立場，而亦須顧及國際國際之統計記錄，不能過分依照格式。但不依格式，於國際比較又感不便。此種問題，已在動力會議中討論，深望能此次大會決定一有效之方法。如大會能設計一完美標準表格，並令各國依據該種格式，繼續編輯及出版。在標準表格之外，各國得依其情況之需要而自由增減統計種類，則較為合理。如是則各國時有重要統計，可供國際之參考。依此情況，世界動力會應與其他國際組織如 The Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Electrique 及 The International Electrotechnical Commission 等，應切實合作。(完)

(註) 本文原為英文，因便于參考，故由編者托人譯成中文。如有差誤，以原文為準。

# 二十四年份全國電氣事業擴充<sup>⊗</sup>

## 改進之概況

建設委員會全國電氣事業指導委員會編(二五,一。)

### 江 蘇 (京滬二市附)

- (一) 首都電廠 新添之德國西門子一萬瓩汽輪發電機一座, (汽壓廿五大氣壓, 汽溫攝氏三百七十五度, 發電電壓一萬三千五百伏, 每分鐘三千轉。) 及美國燃燒工程公司八百八十六方公尺鍋爐兩座, (每座蒸發量每小時五十至六十公屯, 汽壓二十七大氣壓, 汽溫攝氏三百四十二至四百零八度, 用粉煤。) 正在裝置中, 預計廿五年三四月可竣工, 發電總容量, 將增為二萬二千餘瓩, 廿五年擬照式再訂購一萬瓩機一座。

該廠至龍潭中國水泥廠六萬伏高壓綫, 長三十五公里, 業已完成, 用H式雙根木桿, 桿距一百八十公尺, 在龍潭配電所有四具一千五百千伏安變壓器, 由六萬伏降至五百五十伏, 又京湯綫係三萬伏之輸電綫, 容量一千二百千伏安, 由南京至湯山, 目前電壓暫為一萬三千二百伏, 不久將由湯山展長至句容分廠, 完成四十三公里之京句輸電綫。

永利化學公司向首都電廠購電, 用電纜兩根 (每根五千千伏安, 一萬

三千二百伏)過江,并用架空木桿綫路至廠,共長約十二英里。

(二)鎮江大照電氣公司 新購之瑞士卜郎比廠三千五百瓩汽輪發電機一座,及美國燃燒工程公司四百四十五方公尺鍋爐一座,仍在裝置中。預計廿五年秋完工,其發電容量將增為六千五百七十瓩。

(三)武進電氣廠 輸電至奔牛鎮,用一萬三千二百伏,長約十七公里,可供容量二百千伏安。

(四)戚墅堰電廠 新添德國葛益吉廠七千五百瓩汽輪發電機一座,(汽壓十四大氣壓,汽溫攝氏三百五十度,發電電壓六千六百伏,每分鐘三千轉,)業於七月裝竣發電。又新標購之美國萊賴(Riley)公司一千零二十方公尺鍋爐一座,(蒸發量每小時四十至五十公屯,汽壓一三·六大氣壓,汽溫攝氏三百五十至三百七十度。)預計廿五年二月施工,十一月竣工。該廠自增新機後,其發電廠平均總效率為百分之十九。

該廠擴充高壓輸電綫路由武進至丹陽,用三萬伏之高壓輸電綫,計長四十五公里,完全用鋼製桿塔,預計廿五年春完工。又由戚廠至武進之新三萬伏輸電綫二路,業已完成通電。

(五)蘇州電氣廠 新添之德國葛益吉廠三千二百瓩汽輪發電機一座,及捷克國斯可達廠五百五十方公尺鍋爐一座,已於十二月裝竣開機。惟原訂購之英國拔柏葛廠五百五十六方公尺鍋爐一座,氣壓本為十六大氣壓,汽溫攝氏三百二十度。嗣以籌劃燃煤經濟,商同該廠提高汽壓至廿八大氣壓,汽溫至攝氏四百度,因而鍋爐製造延期。又要求葛益吉廠設法局部改配三千二百瓩之汽輪,使得適用十三至廿八大氣壓,預計上項工程須於廿五年十二月完工。

該廠擴充長途輸電綫路,計由發電所以一萬六千伏(非標準)之高壓綫經吳江縣城,北圻鎮,平望鎮而達盛澤鎮計長五十公里。在盛澤新建一變配電所,(六百四十千伏安,一萬六千伏降至二千三百伏)上

項工程，業已次第完成。

- (六) 吳縣洞庭東山啓昌電氣廠 新購英國勃利司毛根廠二百馬力及六十六馬力柴油機各一座，分別配英國老倫司各脫廠七十瓩及四十五瓩發電機，(發電電壓二千三百伏，每分鐘均為六百轉，直接連接。)已於本年春裝竣開機。
- (七) 常熟電氣廠 新添之英國克勞斯萊廠四百五十馬力六缸柴油機一座，配德國沙遜回克廠三百二十瓩發電機，(發電電壓二千三百伏，每分鐘三百七十五轉，直接連接。)已於十一月間裝竣發電，其總容量增為一千一百瓩，該公司營業區域，現已將包括常熟全縣，其六千六百伏鄉綫，共長一百零四公里，三面分佈，達於鄰縣，并試辦電氣灌溉，溉田一萬餘畝。
- (八) 崑山泰記電氣公司 新購英國克勞斯萊廠四百五十馬力六缸柴油機一座，配德國沙遜回克廠三百二十瓩發電機，(發電電壓六千六百伏，每分鐘三百七十五轉，直接連接。)已於年底裝竣，廿五年元旦開機。又該公司延長鄉綫至安亭，售電於新中電氣公司，輸電電壓為六千六百伏，已於四月通電。
- (九) 上海開北水電公司 添購瑞士卜郎比廠一萬瓩汽輪發電機一座，(雙汽缸，汽壓三十五大氣壓，汽溫攝氏四百度，發電電壓六千六百伏，每分鐘三千轉。)及美國鍋爐公司鍋爐一座，捷克羅斯可達廠鍋爐兩座，(各座蒸發量每小時四十公屯，汽壓四十大氣壓，汽溫攝氏四百二十五度，)預計廿五年十月完工，將來之機量，增為三萬二千五百瓩，該公司原有斯可達五百瓩汽輪發電機一座，專供廠用，現將上機作價退還，改用斯可達二千瓩汽輪發電機，已於十二月裝竣發電。又該公司為求供電安全及管理指揮便利起見，將由電廠至各變壓所裝置英國Reyrolle廠分綫式(Split pilot)自動控制及傳聲控制設備兩種，該公司之營業區域，已擴展至蒲淞區地段，供給天利淡氣廠大量用

電。又爲供電嘉定縣嘉豐紡織廠起見，特展長其三萬伏輸電綫路，自上海沿滬錫公路至廠，共長約廿八公里。全部用鋼筋水泥電桿，板綫支撐，不用鋼塔，供電容量達五千瓩，此綫已於年底完成。現嘉豐廠僅用五百至六百瓩，尚有多餘容量，可資發展。

- (十) 上海華商電氣公司 原擬添購一萬五千瓩發電機三座，後爲減輕新廠初次設備費用起見，先購德國西門子廠一萬五千瓩汽輪發電機兩座，（汽壓三十六大氣壓，汽溫攝氏四百二十五度，發電電壓五千五百伏，每分鐘三千轉。）及英國拔柏葛廠鍋爐兩座，捷克國斯可達廠鍋爐一座，（各座蒸發量每小時七十公屯，汽壓四十大氣壓，汽溫攝氏四百五十度。）預計廿五年二月施工，廿六年十二月竣工，總機量將增爲四萬六千瓩。現仍分向開北水電公司及法商電氣公司購電，該公司與莘莊興市電氣廠在本年二月間簽訂供電購電合同，容量爲一百瓩，每度電價自七分至四分。不久將通電至青浦及松江。
- (十一) 浦東電氣公司 對於鄉綫之擴充，甚爲努力，本年中新設一萬三千二百伏輸電綫至青村港，魯匯等七鎮，六千六百伏輸電綫至川沙縣及祝橋等處，共長約六十二公里餘。營業區域，增加頗廣，達四縣一市之多。
- (十二) 滬西電力公司 係美國上海電力公司所劃出之獨立組織，其營業區域爲滬西越界築路全部，於二十四年正月四日，經中央批准與上海市政府簽訂專營權合約。該公司仍向上海電力公司購電，（容量達二萬三千餘瓩）在中美二國政府註冊，其普通股百分之五十一爲美股，百分之四十九爲華股。
- (十三) 江都振揚電氣公司 新添之德國西門子廠二千瓩汽輪發電機一座，（汽壓十四大氣壓，汽溫攝氏三百五十度，發電電壓二千三百伏，每分鐘三千轉。）已於九月裝竣開機。該公司原於廿一年裝有拔柏葛廠二百八十七方公尺鍋爐兩座，故此次僅添汽輪發電機，而鍋爐已



敷兩機之用。

- (十四) 南通天生港電廠 德國葛益吉廠五千瓩汽輪發電機一座，(汽壓廿六大氣壓，汽溫攝氏三百九十度，發電電壓六千六百伏，每分鐘三千轉。)及英國拔栢葛廠六百一十方公尺鍋爐兩座，(汽壓廿八大氣壓，汽溫攝氏四百度。)已於廿三年年底裝竣開機，並於本年二月間由建委會派員查驗。不久擬添裝第二座五千瓩汽輪機，廠屋鍋爐均已備齊。

該廠因最高負荷已達發電總容量於本年中先後共添廠用柴油發電機三座共七百瓩，均係移來之舊機。

該廠改善由電廠至唐閘一廠配電所之控制設備，又新裝由唐閘至江家橋副廠配電所之控制設備。

- (十五) 淮安電廠 係新近創辦，購德國道馳廠四缸二百五十馬力柴油機一座，配德國沙遜回克廠一百六十瓩發電機，(發電電壓六千九百伏，每分鐘三百七十五轉，直接連接。)已於九月間興工，預計二十五春竣工。

#### 安 徽

- (十六) 蕪湖明遠電氣公司 自經中華聯合工程會計事務所整頓改良後，對於燃料月可節省百分之三十一，省費五千元。又擬加強鍋爐風力，使耗煤更為減少，他若整理線路，取締竊電，利用小機，開放日電等，廠務頗見發展。

#### 浙 江

- (十七) 寧波永耀電力公司 添購瑞士卜郎比廠三千二百瓩德國葛益吉廠三千三百瓩汽輪發電機各一座，(汽壓均為二十大氣壓，汽溫攝氏三百七十五度，發電電壓二千三百伏，每分鐘三千轉。)及英國拔栢葛廠四百六十三方公尺鍋爐一座，(汽壓廿一·五大氣壓，汽溫攝氏四百度。)預計廿五年一月施工，十二月完工，將來之發電總容量增為

九千餘瓩。

- (十八) 定海縣舟山電氣公司 向京滬滬杭甬鐵路局開口機廠購得瑞士蘇爾壽廠四缸一百二十馬力柴油機一座，配瑞士卜郎比廠七十七瓩發電機，(發電電壓二百二十，三百八十伏，每分鐘三百轉，直接連接。)業已裝竣發電。

### 福 建

- (十九) 福州電氣公司 奉建設廳之命建造通達長樂縣連柄港之輸電綫，供給灌溉用電，電壓用三萬伏。鋼塔與水泥桿並用，其跨過烏龍江之桿距計七百三十公尺，為中國目下最長之跨河桿距。
- (二十) 鼓浪嶼中華電氣公司 新廠自去年裝竣六十瓩及二百七十瓩兩座柴油發電機供電後，復購英國彼得廠雙缸一百八十馬柴油機一座，配英國威頓廠一百二十瓩發電機，(發電電壓二千三百伏，每分鐘三百三十三轉，直接連接。)及英國威頓廠一百五十瓩發電機一座，配已經置備之英國那神那廠二百二十馬力柴油機，(每分鐘三百七十五轉，直接連接，發電電壓同上。)已於六月間裝竣發電，共計容量為六百瓩。
- (廿一) 廈門電燈電力公司 自去年十月裝竣瑞士卜郎比廠一千五百瓩汽輪發電機，(汽壓一三·六大氣壓，汽溫攝氏三百二十度，發電電壓二千三百伏，六十週波，每分鐘三千六百轉。)一座後，發電總容量達三千八百瓩，惟該公司電度損失達發電總度數百分之七十四。

### 廣 東

- (廿二) 廣州市電力管理處 係由委員會改組，設總經理一人，業務較前頗多整頓，市政府所籌設之三萬瓩新廠，係另一委員會經辦，新機業已運到，現甫將樁腳打好，裝置正在開始。

### 廣 西

- (廿三) 廣西電力廠 於二十四年內設立新廠四處，均名為分廠，柳州，貴

縣二廠之二百八十馬力，二百瓩柴油發電機各一座，皆由梧州移去。龍州之德國道馳廠一百五十馬力柴油機一座，配德國西門子廠一百瓩發電機，則為新購。富賀鐘礦區之八步分廠，訂購德國西門子一千六百瓩汽輪發電機二座，(發電電壓六千六百伏)及包雪克(Borsig)廠鍋爐兩座，本年夏開工，廿五年內可希望竣工。

- (廿四) 南寧電力公司 新添德國道馳廠八缸七百五十馬力柴油或煤氣兩用機一座，配德國西門子廠五百瓩發電機，(發電電壓二千三百伏，每分鐘二千零五十七轉，直接連接。)已於年底裝竣發電，總容量增為九百四十二瓩。

#### 湖 南

- (廿五) 長沙湖南電燈公司 因營業發達，電氣需要日增，最高負荷超過發電容量，決增新股五十萬元，添購瑞士卜郎比廠七千五百瓩汽輪發電機一座，(汽壓二〇·五大氣壓，汽溫攝氏三百九十度，發電電壓六千九百伏，每分鐘三千轉。)及捷克國斯可達廠五百四十七方公尺鍋爐兩座，(一座用練條進煤，一座用粉煤，汽壓均為二十二大氣壓，汽溫攝氏三百九十度。)又一千五百瓩安降壓器兩具，預計廿五年一月施工，廿六年一月竣工，其容量將增為一萬二千餘瓩，列入一等電廠。

- (廿六) 益陽鼎益電氣公司 係新創辦購妥德國渥爾伏廠一百五十馬力火車頭式汽機一座，配德國西門子廠一百瓩發電機，(發電電壓二千三百伏)及四十五方公尺鍋爐一座，(汽壓十二大氣壓，汽溫攝氏三百度)預計全部工程可於廿五年八月竣工。

#### 江 西

- (廿七) 南昌市電燈整理處 添購之英國派生司廠一瓩汽輪發電機一座，(汽壓十五大氣壓，汽溫攝氏二百八十七度，發電電壓二千三百伏，每分鐘一千轉，用5000/1000減速齒輪)及英國拔栢葛廠二百七十

三方公尺鍋爐一座，(汽壓十六大氣壓，汽溫攝氏二百八十七度，)已於廿三年年底裝竣發電，其容量共二千零七十四瓩，該公司前裝三機，其週率均為六十週波，此次新機，係用標準週率五十週波。廿四年份供電情形良好，最高負荷達一千七百瓩許。

又南昌籌設水電廠，由省政府與中國建設銀公司簽訂代辦借款合同，及水電專營權協定書，但新設之水電廠計劃，尙未經建設委員會核准，整理處亦未結束。新電廠擬另購三千瓩之新機，在招標中。

- (廿八) 九江映廬電燈公司整理處 自經建設委員會整理後，業務大為進步。於本年五月訂購德國道馳廠六缸七百五十馬力柴油機一座，配德國西門子廠五百瓩發電機，(發電電壓四千或二千三百伏，每分鐘二百五十轉，直接連接。)已於年底開始裝置，預計廿五年三月竣工。

#### 湖 北

- (廿九) 漢口既濟水電公司 因現在最高負荷將達發電總容量，(一萬六千五百瓩，)決籌設第二電廠，但至今尙未招標。該廠鍋爐迭經改良，用煤較前節省。

- (三十) 武昌水電廠 係武昌市政處八月間接辦武昌竟成公司而改名，全部資產初估計為十六萬一千餘元，後經建設委員會決定應再依法估計。至竟成公司所欠日商東亞興業株式會社債務，由市政處以十六萬元代償了案。但添設新廠之計劃，尙未實施。

- (三十一) 宜昌永耀電氣公司 廿二年所購之英國茂偉廠五百瓩汽輪發電機兩座，(汽壓十七大氣壓，發電電壓四千伏，每分鐘一千轉，用6000/1000減速齒輪，)及英國拔柏葛廠一百三十四方公尺鍋爐兩座，仍在裝置中。

#### 四 川

- (三十二) 成都啓明電燈公司 自民國廿二年添一千瓩新機及鍋爐後，以需要激增，於廿四年底添購德國西門子廠二千瓩汽輪發電機一座，

(汽壓十七大氣壓，汽溫攝氏三百五十度，發電電壓三千三百伏，每分鐘一千五百轉，用 5000/1500 減速齒輪，) 及德國包雪克廠二百三十五方公尺鍋爐兩座，(每座蒸發量每小時十一公屯，汽壓一八·五大氣壓，汽溫攝氏三百七十度，) 預計廿五年九月施工，廿六年三月完工，其發電總容量將增為三千二百七十五瓩。

(三十三) 重慶電力公司 籌備時期已過，業於二月間成立股份有限公司，供電情形良好，惟註冊手續未完備。

(三十四) 金堂縣公營水力發電廠 利用城外義虹橋水碾舊址而設立，新購四川省立工學院製造之低水頭 Francis 式水輪機二座，(水頭，春秋季八呎，夏季六呎，水量，春秋季每秒二百立方呎，夏季每秒二百四十立方呎，每分鐘一百零六轉，) 及孔士洋行經售之四十瓩發電機一座，(發電電壓六千六百伏，每分鐘一千轉，以皮帶連接，) 於年底裝竣。

#### 陝 西

(三十五) 西安西京電廠 購自首都電廠原有之英國 B. T. H. 廠七百五十瓩汽輪發電機一座，(原為六十週波，現改為五十後，出力減為六百七十五瓩，) 及鍋爐兩座，已於年底裝竣。惟新購之蒸溜器，循環水泵等，尚未運到，故未發電。至城內主要線路，均已裝好，路燈亦已於廿五年正月由五十四馬方柴油發電機暫行供電，預計全部工程，可在廿五年三月底完成發電。

#### 河 南

(三十六) 洛陽中央軍校洛陽電廠 所購之英國 B. T. H. 廠五百瓩汽輪發電機一座，(汽壓十四大氣壓，汽溫攝氏二百八十八度，發電電壓六千九百伏，每分鐘一千轉，用 8000/1000 減速齒輪，) 及英國拔柏葛廠一百八十七方公尺鍋爐兩座，(每座蒸發量每小時三·四公屯，汽壓十四·六大氣壓，汽溫攝氏二百九十三度，) 已於四月間裝竣開機，供給軍校及洛陽全城之需要。

## 山 東 (青島市附)

(三十七) 濟南電氣公司 添購之英國派生司廠五千瓩汽輪發電機一座，(汽壓廿一·四大氣壓，汽溫攝氏三百五十七度，發電電壓五千伏，每分鐘三千轉，)及英國拔柏葛廠三百六十方公尺鍋爐一座，(蒸發量每小時十二·二五公屯，汽壓廿二大氣壓，汽溫攝氏三百五十七度，)已於十一月間裝竣發電，此機定額出力須由上列鍋爐二座供給蒸汽，但第二座預計在廿五年五月竣工。

(三十八) 青島膠澳電汽公司 添購之日本石川島造船所一萬五千瓩汽輪發電機一座，(汽壓廿八大氣壓，汽溫攝氏四百度，發電電壓一萬一千伏，每分鐘三千轉，)及日本東洋巴布考克會社一千一百四十七方公尺鍋爐三座，(汽壓卅二大氣壓，汽溫攝氏四百十三度，)已於年底裝竣。廿五年一月正式開機供電。計發電總容量達二萬八千八百瓩。

## 河 北 (平津二市附)

(三十九) 北平華商電燈公司 訂購之德國西門子廠一萬五千瓩汽輪發電機一座，(汽壓十六至廿五大氣壓，汽溫攝氏三百至四百度，發電電壓五千二百伏，)預計廿五年七月竣工。在新鍋爐未購裝前，暫用舊鍋爐之蒸汽，汽壓十六大氣壓，汽溫攝氏三百度。發電容量將增為三萬五千餘瓩。

該公司安裝英國拔柏葛廠自動加煤機三架，建築七千八百千伏安鼓樓變壓所一所，配電整理工程，積極進行，三年計劃，已完成過半。

(四十) 石家莊電氣公司 添購德國葛益吉廠五百瓩汽輪發電機一座，(汽壓一二·六大氣壓，汽溫攝氏三百十五度，發電電壓二千三百伏，)預計二十五年二月施工，六月竣工。該公司所有舊機均係六十週波，現新購之機，毅然採用規定標準五十週波，良可嘉許。

## 察哈爾

(四十一) 張家口華北電燈公司 已有機量三百八十五瓩,現以營業發達,最高負荷達三百三十餘瓩,擬添購五百六十瓩新機,現在設計中,尙未標購。 (完)

二十四年份全國電氣事業增加發電容量一覽表

電 廠 名 稱	擬 購 (瓩)	業經訂購 (瓩)	在裝置中 (瓩)	廿四年份裝 竣發電(瓩)
(蘇124)首都電廠	10,000(T)		10,000(T)	
(蘇5)鎮江大照電氣公司			3,500(T)	
(蘇125)戚墅堰電廠				7,500(T)
(蘇58)吳縣蘇州電氣廠				3,200(T)
(蘇60)吳縣洞庭東山啓昌電氣廠				115(O)
(蘇69)常熟電氣廠				320(O)
(蘇65)崑山泰記電氣公司				320(O)
(蘇14)上海閘北水電公司			10,000(T)	
(蘇13)上海華商電氣公司		30,000(T)		
(蘇105)江都振揚電燈公司				2,000(T)
(蘇92)南通天生港電廠				700(O)
(蘇138)淮安電廠			160(O)	
(浙54)甯波永耀電力公司		6,500(T)		
(浙61)定海舟山電氣公司				77(O)
(閩6)鼓浪嶼中華電氣公司				270(O)
(粵1)廣州市電力管理處			30,000(T)	
(桂9)馬平廣西電力廠柳州分廠				200(O)
(桂11)廣西電力廠貴縣分廠				200(O)

(桂6)廣西電力廠龍州分廠					100(O)
(桂12)賀縣廣西電力廠八步分廠				3,200(T)	
(桂5)邕寧電力公司					500(O)或(G)
(湘1)長沙湖南電燈公司		7,500(T)			
(湘16)益陽鼎益電氣公司				100(E)	
(贛7)九江映廬電燈公司整理處				500(O)	
(贛1)南昌水電廠	3,000(T)				
(鄂12)宜昌永耀電燈公司				1,000(T)	
(川1)成都啓明電燈公司		2,000(T)			
(川25)金堂縣公營水力發電廠					40(W)
(陝1)西安西京電廠				675(T)	
(豫8)中央軍校洛陽電廠					500(T)
(魯2)濟南電氣公司					5,000(T)
(魯1)青島膠澳電汽公司					15,000(T)
(冀1)北平華商電燈公司				15,000(T)	
(冀7)石家莊電廠				500(T)	
(察1)張家口華北電燈公司		560(T)			
共 計	13,560	46,000	74,635	36,042	

註 T = 汽輪 E = 汽機 O = 油機 G = 煤氣機 W = 水輪

參閱二十三年份增加發電容量一覽表



## 廣西電力廠八步分廠工程進展概略<sup>®</sup>

皮 練

年來桂省勵精圖治，節衣縮食，延聘中外專家，振興實業其剛毅刻苦之心，上下一致，廣西電力廠為省政府中一實業機關，總廠設在梧州，總經理係龍純如氏，現在計已有五分電力廠，八步分廠於去年興工建設，聘西人工程師黎可維等主持工程，所發之電專供給礦場開採錫礦之用，原該地位於富賀鐘三縣相連之處，蘊藏有豐富優良之錫，尤以距八步三十餘里之望高及水岩壩為最優厚，而附近之西灣又有煤礦（據煤樣分析13600 BTW），各礦商大盤用半機器式開採，然經營者尤能一本數利，省政府設平桂區礦務局於此專理礦政，尋有前礦局長陶紹勤與龍氏會談，咸鑑於電力之施設，更有足於鑛業之發展，龍氏乃呈請政府撥款建設八步分電廠，專售電力，以免各礦廠自備動力，估計可減輕開鑛資本及經常費均在百分之五十以上，黃主席旭初贊許其所為，去年中國工程學會在南寧開聯合年會，趙曾珏氏等實地來八步考察，歸而作長篇報告書，亦有促該廠之成功，龍氏既得政府許可，乃向香港西門子公司訂購全部機器，由梧州興隆建築公司承包建築廠房，巍巍工廠如斯而樹立也。

八步電廠之容量，第一步計劃為4000 KVA，電機電壓6600 伏，輸電壓21000 伏，用1800 KVA變壓器兩部，由廠內去線提高，暫在望高及水岩

壩各設一分電所，八步設一小記電所，此三地路程共約3000公尺，用50平方公尺公釐裸赫線將來擬用50000伏高壓，輸電至鍾山紅花等處。

鍋爐用婆西克直立水管式兩座 (borsig vertical tube boiler)，每座傳熱面積250平方公尺，汽壓25大氣壓，汽溫攝氏400度，每座每小時可生超汽自7300至9000公斤，鍋爐全部效率平均約為百分之80，節煤器傳熱面積232平方公尺，喂水溫水120度攝氏。

透平速率3000轉，其廢汽部1.5大氣壓之處，有抽調點，每小時抽出750公斤廢汽，為蒸溜喂水補充之用，設不抽調廢汽，則每度電之飼汽量，平均為5.13公斤。

凝縮器係面積式，如冷水溫為攝氏28度，其需水量為450立方公尺。

該廠建築材料以採用貨為主，唯工字鐵鋼樑均由德國配來，自梧州至此水道須一月餘，其交通困難故運費甚大。

遭此國庫疲憊之秋，在一窮鄉避壤之村，尙有此新式電廠發現，出而開發富源，實難能可貴，其有俾於國計民生良匪淺鮮矣。

# 全國電氣事業每月供電狀況統計表<sup>⑧</sup>

建設委員會

二十五年份一月至六月

月 份	發電容量 (瓩)	最高負荷 (瓩)	發 電 度 數 (千度)		工業用電度數(千度)	
			本年本月	較上年同 月增減	本年本月	較上年同 月增減
一 月	561,288	390,714	136,124	-3.4%	75,988	-6.4%
二 月	561,743	374,912	136,634	+20.3%	74,986	+17.0%
三 月	561,223	375,967	145,231	+8.7%	83,364	+15.1%
四 月	561,723	367,337	135,946	+4.3%	84,012	+5.1%
五 月	562,683	363,586	128,503	+0.6%	82,463	+4.3%
六 月	562,852	352,907	125,206	+8.6%	79,974	+9.5%
以上各月 份共計	—	—	809,044	+6.1%	480,787	+6.9%

說明：此表係根據全國三百瓩以上電事業每月填送之月報而編製。

其發電度數之總和佔全國 97% 以上，故堪以代表全國之實在狀況。

為求與國際統計相符起見，由本年份起，發電度數指發電機發出度數減去發電廠自用度數後之值。

(建設委員會全國電氣事業指導委員會二十五年八月六日)

## 國際電工技術委員會章程<sup>Ⓢ</sup>

- 第一條 本會為執行一九〇四年九月聖路易斯萬國電工會議各國政府委員之議決案而組織成立該議決案之條文如下：  
「關於電工儀器機械名詞與數量之統一應設法求各國工程學會之合作推定代表成立委員會以主持之」
- 第二條 凡獨立國家如欲加入本會得各自先行成立電工技術委員會各該委員會得於會員中推選會長一人副會長二人並推舉秘書一人保管該會各項記錄與來往文件
- 第三條 各會員國之電工技術委員會由各該國之各項工程學社組織之但各該學社必須成立在三年以上並須為專門電工或與電工有關之學會委員會之委員又必為工程學會會員凡未成立工程學社之國家該項委員會得由政府任命組織之
- 第四條 各國委員會須選派技術代表出席本會惟本會得有審查代表證件之權
- 第五條 各會員國不論其代表人數多少及選舉方法或為票選或為通信選每一國祇算一權  
國際委員會之決議案須經會員國五分之四以上之同意方可正式發表
- 第六條 本會總辦事處現暫設倫敦
- 第七條 出席本會一九〇六年六月廿七日預備會之代表須公選本會

長及名譽秘書長但被選人不必為預備會代表

第八條 本會會務及處理方法均須由本會執行部決定之執行部之組織如下：

(甲) 本會會長

(乙) 各國電工技術委員會會長亦即為本會之當然副會長

(丙) 各國電工技術委員會代表各一人

(丁) 本會名譽秘書長

執行部得委派秘書長於必要時並得指派職員其條件及通知方法由執行部決定之

第九條 各國委員會之第一任會長及代表在本會執行部之任務至一九〇七年十二月三十一日為止該年年底及以後每年十二月各國委員會須將代表人選更動報告總辦事處本會會長及秘書長每二年由執行部改選一次連選得連任惟在下屆職員未選出前仍須繼續其任務

第十條 本會會務由總辦事處與各國委員會以通信處置為原則但本會會長或會長缺席時副會長之一得連合另一副會長召集執行部會議或大會集會地點應在倫敦或執行部多數決定之其他地點如有會員國三國以上委員會之要求得召集臨時執行部會議或大會日期須在總辦事處接到要求書三個月之內決定之

第十一條 各國委員會於必要時得單獨訂立規章惟以與本會會章不相抵觸為原則

第十二條 各國委員會須自籌經常費用並須年納會費於本會以作本會經常開支之用各會員國所納之會費均相等

第十三條 總辦事處帳目開支須每年編造由會長或副會長之一會同秘書長簽證之會計師之報告書經接受後即為該項帳目正確之證明

第十四條 任何國委員會得提出修正本章程之意見惟須書面函知本會秘書長秘書長於接到該項意見書後須立即通知各國委員會並規定日期至早須在發信日期四個月之後請各國委員會對修正意見之異議書面函覆凡推派代表到會之會員國若有三分之二以上在規定日期內對修正意見正式答覆或默認表示贊同則此項修正案即還交執行部處決之惟本章程第五條之更改必須經本會全體會員國決定之

## 日本電氣工藝委員會章程

- 第一條 本委員會屬於電氣學會以調查關於電氣機械器具材料等之名稱統一及標準制定之各種事項為目的
- 第二條 本委員會定名為「日本電氣工藝委員會」(Japanese Electrotechnical Committee)設事務所於電氣學會事務所內
- 第三條 本委員會承認千九百八年所制定之萬國聯合電氣工藝委員會(Intemational Electrotechnical Committee)規定並參加該會
- 第四條 本委員會以下列各種委員組織之
- 一、電氣學會會長及副會長
  - 二、就電氣學會職員會(役員會)之電氣學會會員中選出三十七名以下之人員
- 上述第二種委員中約半數須由本國電氣工藝有關係之官廳學會及協會等之所屬人員中選出之第一項第二種之委員會每隔年二月末全數改選之
- 第五條 本委員會設下列各職員(役員)
- 一、會長 一名
  - 二、副會長 二名
  - 三、理事 一名

## 四. 會計幹事 一名

第六條 職員于委員改選時以互選改選之

第七條 會長主宰一切會務凡遇議事時即為主席（議長）主持會場  
副會長補佐會長會長有事故時代理其職務

第八條 理事掌理議事錄事業報告及來往文件之編纂以及其他庶務

第九條 會計幹事掌理金錢之出納及本委員會所有物件之保管

第九條之二 會長得依職員會之決議本委員會中得設副理事（理事補）  
若干人以補佐理事

第十條 職員會得隨時開會

第十一條 職員會遇必要或委員四分之一以上之請求時得召集委員大會（委員總會）

第十二條 委員大會中非有委員十名以上之出席不得為決議  
委員大會之議事以出席總員之過半數表決之可否同數時由  
主席決之

第十三條 本委員會遇必要時得設各種特別委員會委託調查或研究  
特別委員由委員或其他人員中選出  
各特別委員會中互選委員長一名及幹事二名以下特別委員  
每隔年四月末改選之

第十四條 曾任本委員會之會長者得參加職員會及委員大會之決議各  
特別委員會之委員長得參加委員大會之決議

第十五條 各特別委員會所決定之事項當再附以委員大會之審議

第十六條 本會置名譽委員若干名

第十七條 名譽委員依據職員會之決議由會長推薦之

第十八條 本委員會規則之變更須得委員大會時之出席委員四分之三  
以上之贊成並經電氣學會職員會之承認

# 電 氣 珍 聞

## 國 外

### 美國之電氣事業

電之用於生產第一步爲電報，第二步爲電話，此二種在美國均甚發達。電話之應用，與愛迪生在紐約珠街成立第一大發電廠爲同時者。然距法拉特發明用導線在磁場中移動可生電流已有五十餘年。

1897年十月愛迪生發明熾熱燈，同時又發明高效率發電機及電動機，以及中心電力廠分佈電力。發電機之效率已達百分之九十，較1879年十月美國科學家所造者大二倍。電流之獲得，乃由煤生汽，由汽生力，再由力生電。因電氣生產及分佈有批發性質，工程師可自由計劃，故成本低而收價廉。透平引擎機與鍋爐，亦成爲主要工具。

美洲自變爲殖民地後，戶外取光多用火，火炬，以及燃以樹脂或鯨油之燈籠，戶內取光用洋燭（女人用）鯨油，及火種。1850年後，煤油輸入美洲。初覺其性甚烈，不易應用，後始有極大之改良，火燭漸棄而不用。在城市中，多用煤氣燈，光甚暗淡，不適讀書。1882年之熾熱燈，每燭光約用六七瓦。現今之鎢絲燈每燭光尙不及一瓦。即燈絲之壽命，亦由500小時延長至2000小時。

下表乃在愛迪生第一成立之大電廠——珠街愛迪生電廠——成立五年後，美國之家用電費情形：



年 度	每瓦時所值美幣分數	年 度	每瓦時所值美幣分數
1882	25.0	1915	8.00
1890	23.0	1920	7.45
1895	21.0	1920	7.30
1900	17.0	1930	6.03
1905	12.45	1934	5.30
1910	9.62		

此表為家用電流數目，並不受批發價值之影響。1934年底，平均國內電價，較1913年減低百分之三十八。

1882—1934年最大電力廠每瓦時所用煤（或同等燃料）之消耗比例數如下：

1882(珠街廠)	10.0	1922	2.5
1892	8.0	1927	1.84
1902	6.7	1932	1.50
1907	5.4	1933	1.47
1912	4.4	1934	1.44
1917	3.3		

1934年之用電與願主分類如下表：

	願 主	售出（平均每年瓦時數）
國內	20,265,890	12,797,635,000
工商業	4,232,262	50,069,307,000
市街燈	526,550	2,203,484,000
市內及環城電車	38,377	4,352,119,000
電製蒸氣	637	702,664,000
市政及其他	28,752	656,571,000
合計	24,565,945	70,781,780,000

## 日俄準備直通無線電

(同盟社六月二十五日東京電) 日俄無線電報，從來經長崎，海參崴而至莫斯科，須經數次中繼手續，極為煩雜。長崎至海參崴間，利用大北公司電機電報亦不免高貴。日遞信省與蘇俄交涉之結果，決定自七月十日起，開始日俄直通無線電。日俄兩當局現正進行準備中。

## 日拔山教授發明水中無線電話

### 將用於潛艇互通消息

(華聯社七月廿八日東京電) 東北帝國大學教授拔山平一博士，近發明水中無線電話機。日前在鹽金港外之海中公開實驗之結果，語音清晰，不遜有線電話。查是日所用之電流，僅為五瓦特，竟能在相隔五百米達水中自由通話，故若使用高速度之電力，必可成功於遠距離通話無疑。日海軍方面，對此非常注意，擬即應用於潛艇互通消息云。

## 蘇俄電台引起日本之注意

(同盟社八月廿四日東京電) 蘇俄政府最近改變伯力無線電播音台之波長與日本東京播音台之波長同一度數。日本遞信省因伯力無線電台之電力為一百瓩，較東京電台力強，在同一電波之情形下東京電台播音受其阻害。日當局迭次對蘇俄提出抗議，然迄無效果。按國際無線電條約規定，無線電台使用之電力波長應於使用之前報告柏林電氣通信聯合會事務所登記其度數，並禁止使用他國已經登記之同一電波。日遞信省當局因蘇俄違返國際條約，而無反省之態度，趕造長崎玉縣川口市之無線電台：裝一百五十瓩之播音機械，以期壓倒伯力無線電台。

## 破天荒之龔偶通話

據柏林電訊，近有定婚情侶一對，男年廿五歲，住在萊比錫；女年二

十三歲，住在柏林，兩人均係聾耳，欲互相目觀其形影，特在新設之長途傳真電話上，交談六分鐘。此一對情偶，用聾耳對話時，雙方皆表示欣慰之色。彼此均甚了解，毫未發生困難。

### 電視之播送

英國將於本年七月一日始，在亞力山大皇宮播送電視影片，每日規定播送之節目多種云。

### 家庭電視收受機成功

家庭電視收受機，能將影聲融合收受，係美國去年發明家「費羅梯方斯華爾」所改造成功。收受機分上中下三部份，上部為顯影器，中部為收音器，下部為供給電力之處。顯影器前有五吋半闊七吋長之韓幕，收受之影即顯映其上，極為清晰。費氏曾在費城展覽會期間，自設音樂室，連同特約舞蹈專家多人之舞影，廣播各地。極受收受者之歡迎。此項收受機構造簡單，售價極為低廉，每具約值美金二百元左右。

### 彩色電視

捷克斯拉夫之工程師，新近註冊一新電視方法，能播送其原有彩色，其詳細情形，尙未宣佈。或係有色彩之底板，如映燈之映演。此法於大戰前曾作一次試驗，與最近方始成功之彩色電影相同。

### 能言鐘

(八月廿二日大公報) 英國郵政局所用之「能言鐘」，用以回答詢問時間之各處電話。近在科學儀器週年展覽會，得物理學會之襄助，加以表演，此鐘能每隔十秒鐘自動的報告時間一次，不分晝夜，其準確度為十分之一秒，每小時均須與格林威池天文臺之時間校準一次。

此鐘之構造，係用收音之玻璃片四張，每張在一分鐘內，均轉六十次，第一片所發之音，為奇數數目字一至五十九，第二片為偶數數目字

二至五十八及「點鐘」二字，第三片報告鐘頭數目及「將是」二字，第四片則爲首尾聯語，按此等收音片之轉動，係用光電池發出之電流以增高其聲響。

## 國 內

### 廬山籌設發電廠

（中央社八月十四日九江電）牯嶺電話，廬山管理局籌設一發電廠，使全山居戶，皆可裝用這燈，但爲審慎往事起見，函全山住戶，徵求關於設立電廠意見，以爲計劃參考。

### 上饒籌設電廠

（上饒八月通信）上饒雖爲贛浙鐵路中心點，一切建設，均日有進步，惟電燈一項，尙無設置。上月有江蘇屠威廉者，來縣與各方商協，共籌資二萬一千餘元，組織上饒電氣公司。現正向外採講機器及電料，期早日開業。惟本省貨物進口，須征清匪善後捐，該創辦人等以本薄稅重，勢難興辦。特函請縣黨部，商會財委會，轉呈主管官署，體恤遭匪區域，集資興辦事業之不易，對於此次開辦時應備之機器電料，准予免捐，聞縣黨部等已呈省核奪。

### 淮陰電廠已送電

建廳主辦淮陰電廠遵廳令，已于八月開始送火。

### 中日合辦天津電業公司

#### 英比雙方表示反對

（天津八月二十日中央社電）與南滿鐵路公司直接有關之興中公司，在津集資設立中日合辦天津電業股份有限公司，二十日晨在海河路舉行創立會。該公司資本定八百萬元。成立後之業務，辦理天津市區一切電氣事業，包括電車電燈等項，並辦理電氣事業貸款。將來特一區發電

廠亦由該公司接辦，定為二萬瓩。據興中公司津事務所長清野談，天津電氣股份公司成立，將在比商電燈公司已有之範圍外投資，故兩公司並無衝突。十河社長來津，即係主持公司成立事宜。其重要職員業已決定如下：理事長張自忠，副理事長石井誠一（滿鐵審查），常務理事馬彥翀，平山敬三（興中公司長務），長澤勳（興中公司董事）邊守靖，監察森田市松，張玉衡。

英方以權利有關，駐津英領已提出質詢數次。蓋特一區用電，向由英工部局電燈廠供給，定有合同，五年為期；本年十月底屆滿，正商續訂，忽生此變，故極度不滿。

比方以津市電氣事業向握諸彼輩手中，此次日本之第一步經濟事業，不在特一區一隅，實為摧毀該電車公司經濟基礎，以取而代之。對此極為注意。曾往市府探詢。

### 減低電報價目決于九月一日實行

（南京八月十八日電）交通部決自九月一日起，實行減低電報價目，已分令各省遵辦。減價後每年損失約六十餘萬元，惟望人民竭力提倡合作云。

### 簽訂中意無線電報務合同

查上海國際電台與意大利無線電公司羅馬電台通報，初係由交通部開具大綱，提交駐華意國大使館，轉商意大利無線電公司同意，以九個月為試辦期間，計自上年一月二十一日起開始，至同年十月二十一日止，試辦期滿，即據該公司來電提議，訂立正式報務合同，並聲明按照該公司與各國簽訂合同先例，由該公司擬就合同草案，郵寄交通部修改同意後，再行繕具正式合同兩份，雙方簽字，當即由交通部電政司電復同意。聞該項合同，本年五月已雙方同意正式簽訂。

## 九省長途電話已次第完成

(八月廿七日新聞報) 交通部為完成國內交通電話網，除舉辦滬漢滬粵無線電話，正在積極試語外，復於民國廿三年計劃敷設蘇浙皖贛湘鄂豫冀魯等九省，及京滬平津青濟漢杭汴西安等十市長途電話。自去年開始工作以來，大部均經竣事。自上月起已經完成各話綫，作省市區分段試話，結果甚見良好。南京南昌間，安慶武漢間之長途電話，業於最近開放。京漢間工程業經完竣，現蕪湖懷甯九江等處，均已與南京通話。南京武漢間直接通話，經試驗結果，亦甚良好，音浪至為清晰，於已九月一日正式開放。至皖滬通話，須俟皖省殷家匯增音機工竣後始可開放，全部開放，下月中或可實現。

## 魯發展電話事業謀與鄰省通話

### 冀魯線決在樂陵啣接魯豫魯蘇分別進行中

(濟南八月通信) 山東省長途電話，年來經建設廳積極架設，各縣均已可與省垣直接通話。對傳達政會報告消息剿匪治安，均獲莫大之便利。惟威海衛一隅，長途電話尙付闕如。現正由文登向威市架設中。計長八十餘里，不日當可告成，此外更謀與鄰省通話，計(一)冀魯通話，醞釀甚久，迄今將即實現，兩省辦公接線地點，決設於魯省樂陵縣之三間堂。惟魯省原有票據及冊籍預算等，均須另為印製，編擬，尙須稍延時日。至由臨清將線路北展與保定通話，聞冀省府方面已由保向南架展中，(二)豫魯通話，其接線地點擬由曹縣架至豫屬蘭封，茲正由魯建廳與河南建設廳往來函商中，諒不久亦可決定，(三)蘇魯通話，兩省商定魯省線路由台兒莊南展，蘇省由徐州北架，至交界處遇合。魯省段工程業告完竣。蘇省方面聞由鎮江用船七隻裝載電桿話線，已運到徐州。即着手架修云。

### 平大電話架至武邑已開始通話

(中央社七月十五日保定電) 平大電話架至武邑，十日已通話。

## 冀省完成全省電話網

(中央社七月十一日天津電) 冀省府決以百萬元，完成全省電話網，以保定為中心。刻已興工者，為津至大名，津至邢台，保定至任邱等線。此外並與察魯兩省分別聯絡。津濟線已竣工，日內在津舉行通話禮。

## 魯蘇豫長途電話年內通話

(濟南八月十三日電) 魯冀長途電話，由濟經臨清至保定，費一元。魯蘇經台兒莊至徐州南京，魯豫經曹縣至汴，年內均可通話。

## 鄭西長途電話七月中通話

(中央七月一日開封電) 鄭州至西安長途電話，架設完竣，七月中通話。

## 浙完成省長途電話線

(杭州消息) 浙江省政府，最近竭力發展長途電話線，使與鄰省接話。茲除江蘇方面，如上海南京早已通話外，浙閩浙贛兩省，始於本年春間建設完竣，已於六月中開始營業。

## 閩全省電話網限本年度完成

閩省全省電話網限於本年度完成，共分七區，每區內架設路線列表如下：

第一區	1. 長樂至松下綫 2. 福州至瑯頭及羅橋綫 3. 福清至松下綫 4. 霞浦至藍田及泰岐綫 5. 連江至瑯頭及龍門塘綫	6. 福安至八都，賽岐，鹽田牛岑尾，社口等綫 7. 寧德至古溪，八都周墩，牛岑尾，浦源鄉富足墩等綫 8. 福鼎至西琳至泰岐綫 9. 羅源至龍門塘及古溪綫
第二區	1. 南平至尤溪口及青州洋口綫 2. 沙縣至青州綫 3. 古田至水口，常洋，羅橋，玉山，長橋等綫 4. 永安至西洋沙無塘綫 5. 順昌至洋口漢市等綫	6. 將樂至沙溪，漢市等綫 7. 永泰至浦口，荷嶺，潼關等綫 8. 閩溪至水口綫 9. 屏南至長橋及富足墩綫 10. 尤溪至尤溪口綫

第三區	1. 浦城至石坡, 陳溪, 南岸等綫 2. 建甌至豐樂, 洋口, 玉山等綫 3. 邵武至界首綫 4. 建陽至界首, 豐樂等綫 5. 壽寧至社口綫	6. 松溪至南岸大坂綫 7. 政和至其坂, 浦, 源鄉等綫
第四區	1. 同安至龍汀山綫 2. 江至南安綫 3. 莆田至河嶺 4. 南安至爐內 5. 仙游至湖洋, 爐內, 何嶺, 潼關等綫	6. 永春至詩山, 德化, 湖洋等綫 7. 惠安之爐內綫 8. 安溪至詩山, 龍, 河山等綫 9. 德化至十八格綫
第五區	1. 漳浦至馬口, 杜尋等綫 2. 龍溪至南靖, 馬口, 浦南, 龍運, 石碼等綫 3. 詔安至大溪綫 4. 海澄至石碼綫 5. 雲霄至杜尋綫	6. 長泰至南浦綫 7. 南靖, 涇山城至淇瀨綫 8. 平和至大溪, 瑯溪, 淇瀨等綫
第六區	1. 龍岩至坎市, 茶林, 孟等綫 2. 永定至坎市, 峯市等綫 3. 上杭至石田, 峯市等綫 4. 漳平至茶杯, 孟綫 5. 寧洋至茶杯, 孟綫	6. 華安口綫 7. 大田至西洋, 十八格綫
第七區	1. 長汀徑露閣至安樂綫 2. 連城至露閣綫 3. 建甯至戈口綫 4. 泰甯至戈口綫 5. 甯洋至安樂綫	6. 武平至石田綫 7. 清流至安樂, 嵩口, 洋口, 沙嘉塘, 謝池等綫 8. 明溪至謝池, 蕭坊等綫

### 陝安康區九縣電話架竣

(中央社七月三十一日西安電) 安康區九縣電話已架竣, 並與西安聯綫。漢中區亦開始架設中。

### 日駐滬陸戰隊架設軍用電話

#### 沿寶山路展至蘇州河金融機關亦設電台

(八月二十日大公報) 日本駐滬海軍陸戰隊近日對軍事設備甚為積極。原有虹口一帶軍用電話, 現已擴展至北四川路蘇州河一帶。此外朝鮮, 正金, 台灣, 住友, 三菱, 三井各日商銀行大樓, 亦正設立無線電收



發電台，平時作為營業上收發，必要時，即歸軍部管轄之。又上海紡織株式會社，日僑紡績株式會社，內外綿株式會社，公大紗廠，大康紗廠等各廠址，聞亦有該項設置。

### 中日中英中菲中德無綫電話

中日無綫電話，上海東京間，自二月十五日通話後，上海與日本北海道札幌間於六月十五日，已開始通話，中英兩國無綫電話經籌備以來，已將劉行電台附設之內部機器，次第裝竣。並迭次與彼方試話，發音之聲浪，異常清晰。現每星期三六兩日在收發報務餘暇，仍繼續試話。其話費價目，現正與英國交通機關當局磋商擬定中。約明春即可正式營業，中菲中德已試驗三四次，結果良好。前因機器不敷分配，因之正式通話日期，須至明年春初方可實行。至于中美無綫電話，據美國商業部國外貿易局來電稱，四月二十二日，中美間所試行之中美通話與廣播演說，音浪清晰，實為中美通話史上之一大成功。明春亦可通話云。

### 推廣津廈兩台國際通信

我國國際無綫電通信，大部集中於上海國際電台，惟求其地各埠國際通信傳遞之迅速，各埠應有直達通信之需要，年來以天津東京間報務頻繁，津局原有之無線電機，電力小而不適用，現已裝置一挺新機，並於六月一日正式通報。再廈門與香港，馬尼刺兩處直達通報，前以兩路合用一機，殊不便利，茲特置二百五十瓦特新新機一座與馬尼刺通報，舊機則專與香港通報。

### 滬漢粵無綫電話

(七月十六日新聞報) 交通部國際無綫電台籌設之滬漢粵三處國內無綫電話，建設工程業已完竣。上海漢口間九月一日已正式通話。粵省方面，因機器尚未布置竣事，最早於十月初通話。

## 無線電廣播近聞

八月一日西安廣播電台，正式播音，該台呼號為 XGOB，波週率為 1209 千週波。於西北文化，極有關係。

廣西南寧向有一瓦之廣播電台，聞已訂改為八瓦。

川省自政治漸入正軌以來，亟需設一良好廣播電台，以資宣揚黨義，傳佈政教諸項工作；前將擬設於上海之十瓦廣播機件，移設於成都，早經派定專員，前往覓地籌設，所有鐵塔，遙控綫，發射台及播音室之機件等，均已次第裝置完竣。

中央黨部已着手籌備在重慶裝置一無線電廣播電台，已向英訂購，電力為二十瓦，並已購地二百餘畝以資建築。

津市益世報為便利宣傳起見，將在館內設一播音機，電力為 500 瓦，聞已呈部核准，正在籌辦。

津市益世報為便利宣傳起見，將在館內設一播音機，電力為 500 瓦，聞已呈部核准，正在籌辦。

上海一隅，向有美人之廣播電台五座，英人一座，法人一座，法人一座，八月廿一日又增日人電台一座，呼號為 XQHA，波長 517.2 呎，電力為 250 瓦。國人應注意及之。

## 無線電器調查

(八月廿五日大公報) 今年七個月上海無線電進口總值，共計九十四萬元八千九百〇二金單位。其分類國別數字如下：德國，一〇一・四二七金單位；英國，一四七・四三三金單位；日本，一五五・〇四五金單位；和國，四一・九四六金單位；美國，四八八・三三八金單位；其他國家，一四・七一三金單位。以美國為最多。日本次之。

## 電信與新聞

(中央社八月廿四日南京電) 美紐約泰晤士報註京記者斯梯爾，廿

四日下午三時應京新聞學會之請在中央日報禮堂講演「今日美國新聞事業」其要點有四：(一)美廣播電台發達，每日報告新聞數次，各大報起恐慌，設法競爭，奪取新聞領袖地位。(二)美電傳照片發達最速，各大報因經費困難，多用電話傳照，與大報競爭。(三)美報界曾設計以電力方法於每一家庭自動印報，可免報館發行之煩，可使人民享迅速之利。如能實現，是新聞界一大革命。(四)中國電訊，美各報希望詳細報告，尤注重最近建設事業進行情行之新聞，美人最近每五人中即有一人注意中國情形，可見中美關係日趨繁密。

### 交通部公布廣播電台通則

(中央社八月一日南京電) 交部以近年自設廣播無線電台，日漸增多，為謀組織劃一，特制定廣播電台組織通則，以部令公布。共計十四條，規定各台設工程師一人，下分播音技術事務三股，分理關於播送事項，工程計劃，營業處理之一切事務，並定自公布日起施行。

### 各省教育廳局無線電收音指導員服務辦法

(南京通訊) 教育部播音教育委員會，為統一推行播音教育，決由各省市劃區設無線電收音指導員，頃擬具各省市教育廳局無線電收音指導員服務辦法，由部令遵照，茲探誌其辦法如下：

第一條，本辦法根據教育部電化教育人員訓練章程第九條之規定訂定之。

第二條，各省市教育廳局對於本部歷屆訓練合格之無線電收音指導員，應一律妥為分配職務，責令其負責推行各該省市播音教育事業。

第三條，各省市應酌量情形，劃分若干播音教育區；每區設置收音指導員一。

譚玉田君試驗無線電架船

各國無線電家，現均致力利用無線電操縱機器，已有相當成績。譚玉田君，對此亦曾加以研究。於七月十日下午三時，在南京玄武湖公開試驗無線電駕駛船隻。該船為木製模型，長約一公尺餘，排水量為一立方公尺。試驗項目為前進，向左，向右，停止，放砲五種，成績甚佳。

會 務 報 告

# 會 務 報 告

本年五月二十，二十一，二十三，二十四，四日本會與其他四工程學術團體在杭州開聯合年會。本會會員到會者計六十七人。除聯合年會籌備委員會印有紀念刊外，茲將本會之重要事項，露佈于後：

## (一)中國電機工程師學會史略

中國電機工程師學會於民國廿三年在上海成立。但在七八年前，吾國留美德兩國之電工學生，已各有電工學會之設立，以通風氣。回國後為應研究學術之需要，於民國十九年創立電工雜誌社，每季發刊一冊，由趙曾珏先生擔任總編輯，其後季刊改兩月刊。近來吾國電氣事業日益發達，電機工程師日漸增加，乃於民國廿三年由李熙謀張廷金顧毓琇惲震先生等發起組織中國電機工程師學會，於十月十四日在上海開成立大會。當初參加會員僅六七十人，今逐漸擴充，正式會員已有二百六十二人，個人贊助會員三人，團體贊助會員八人。

## (二)中國電機工程師學會章程

二十三年十月十四日成立大會通過

### 第一章 總 綱

第一條 本會定名為中國電機工程師學會，簡稱中國電工學會，英文譯

名為 THE CHINESE INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS

第二條 本會以聯絡電工同志，研究電工學術，協力發展中國電工事業為宗旨。

第三條 本會設總會於上海。

第四條 本會會員有十人以上在同一地點者，經該地會員過半數之同意，得請求董事會核准設立分會。

## 第二章 會 員

第五條 本會會員分為（一）會員（二）學生會員（三）贊助會員（四）名譽會員

第六條 凡具有左列資格之一者，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得為本會會員。（一）在國內外大學電機工程科畢業者。（二）在國內外大學理科及其他工科畢業曾有二年以上電工服務經驗者。（三）有六年以上電工經驗，內有三年係負責辦理工程事務，在學術上或事業上有相當成績者。

第七條 凡在大學電機工程科之學生由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得為本會學生會員。

第八條 凡與電機工程界有關係之個人機關學校或其他學術團體贊助本會者，由會員五人之介紹經董事會審查通過，得為本會贊助會員。

第九條 凡對於電工事業或電工學術有特殊供獻者，由會員廿人以上之推薦，經董事會全體之認可，提交年會大會經出席全體會員三分之二之通過，得由本會聘為名譽會員。

第十條 會員有選舉權及被選舉權。學生會員贊助會員及名譽會員無選舉權及被選舉權。

第十一條 凡學生會員已達會員資格時，得由本人具函聲請升級，並由

會員二人之證明，經董事會審查通過，方得升級。

第十二條 凡本會會員有自願出會者，應具函聲明理由，經董事會認可，方得出會。

第十三條 凡本會會員有損害本會名譽之行為者，經會員五人以上署名報告，得由董事會查明除名。

第十四條 本會會員之會費規定如下

名 稱	入 會 費	常 年 會 費	永 久 會 費	升 級 費
會 員	五 元	五 元	五 十 元	
學 生 會 員	二 元	二 元		三 元
贊 助 會 員	捐 助	捐 助		
名 譽 會 員	免	免		

注意：新會員須繳入會費五元。不願繳永久會費者每年須繳常年會費五元。繳永久會費者，無須另繳常年會費。

### 第 三 章 會 務

第十五條 本會發行會刊及定期會務報告，經董事會之議決，並得編印其他刊物。

第十六條 本會經董事會之議決，得設各種委員會，分掌各項特殊會務。

第十七條 (甲) 本會得受公私機關之委託研究及解決關於電工上一切問題。

(乙) 本會得舉行講學會及設立分類研究組，以促進電工學術。

(丙) 本會得徵集圖書，調查國內外電工事業最新發展，以供國內學術及實業機關之參考。

(丁) 本會協助會員介紹職業，辦理參觀調查及其他關於



## 電工事務。

第十八條 本會每年春季開年會一次，其時間及地點由上屆年會時公決之。但于必要時，得由董事會更改之。

## 第四章 職 員

第十九條 本會總會設立董事會，為最高執行機關。

第二十條 董事會由會長一人上屆會長一人及董事九人組織之。董事會每年于董事中推選秘書董事及會計董事各一人。董事會法定人數為六人。開會時以會長為主席。會長不能出席時，其職務由秘書董事代之。

第二十一條 會長任期一年。董事每年改選三分之一。連舉均得連任。每屆選舉，由上屆年會出席會員推定司選委員五人，再由司選委員會于該屆年會後六個月內提出各職員三倍人數為候選人。凡會員每十人以上之連署，亦得提出候選人，惟以三人為限，交由司選委員會彙集，用通信法由全體會員選舉。選舉結果于每年二月前公佈之。候選人得同數選票時，由董事投票決定之。

每年三月一日，為會長及新任董事就職之期。

第二十二條 本會設總編輯一人，每年由董事會聘請之。

第二十三條 董事會之職權如下：

- (一) 決議本會進行方針。
- (二) 審核預算決算。
- (三) 審查會員資格。
- (四) 決議本會重大事務。
- (五) 其他本章程所規定之職權。

第二十四條 董事會開會無定期，但每年至少須四次，由會長召集之。

- 第廿五條 會長總理本會會務，並為本會對外代表。
- 第廿六條 秘書董事協助會長執行本會一切事務。
- 第廿七條 會計董事掌管本會一切經濟事項。
- 第廿八條 董事會每年造具收支報告，財產目錄，及會務報告，于年會時提出報告之。
- 第廿九條 總編輯主持本會會刊及其他刊物編輯發行事宜。
- 第卅條 本會各委員會委員每年由董事會選定之。各委員會委員長，得列席董事會會議。
- 第卅一條 本會職員皆名譽職，但經董事會之議決，得聘有薪給之職員及助理員。

### 第五章 附 則

- 第卅二條 本會會章得由會員二十人以上之書面提議，經年會出席會員三分之二之通過後修改之。

#### (三)中國電機工程師學會聯合年會籌備委員會之本會會員名錄：

趙曾珏 朱一成 周玉坤 洪傳炯 楊耀德 沈秉魯  
毛起爽 張惠康 莊仲文 曹鳳山

#### (四)中國電機工程師學會第二屆年會論文委員會名錄：

委 員 長 顧毓琇  
副 委 員 長 許應期  
委 員 李郁榮 任之恭 劉晉鈺 馬就雲 倪 俊 壽俊良 陳 章  
王國松 楊耀德 毛啓爽 盧祖詒 胡汝鼎 陳中熙 包可永  
楊肇燻 張藕舫

## (五)中國電機工程師學會第二屆年會提案委員會名錄：

委員長	裘維裕							
副委員長	楊孝述							
委員	潘銘新	惲震	鍾兆琳	胡瑞祥	徐學禹	諸葛恂	張惠康	
	莊仲文	俞汝鑫	陳良輔	沈嗣芳	沈銘盤			

## (六)到會會員名錄

(以註冊號數為序)

註冊號數	姓名	學會	何地會員	通 信 地 址
七	邱世恩	電	吳 興	吳興電氣公司
八	惲震	工、電	南 京	建設委員會
一三	沈嗣芳	工、電	吳 興	吳興電氣公司
二四	鄭禮明	工、電	南 京	南京西華門三條巷仁壽里 二四號
五一	鄒忠曜	工、電	無 錫	無錫廣勤紗廠
五五	陳靖宇	工、電	天 津	天津法租界陳林公司
五六	張承祐	工、電	上 海	南京水晶台資源委員會
七七	方子衡	工、電	上 海	上海姚主教路三二〇號
九九	胡公亮	工、電	上 海	上海東體育會路模範村二 一號
一〇〇	陳祖光	工、電	上 海	上海江西路三六八號中國 建設工程公司
一〇四	鍾兆琳	電	上 海	交通大學
一〇五	裘維裕	電	上 海	交通大學
一二〇	郁約瑟	電	上 海	上海行北京路一二一號祥泰
一二四	沈祖衡	工、電	上 海	上海呂班路一六三弄四號
一四一	諸葛恂	工、電	上 海	上海霞飛路五九三弄聯益 坊四號
一七九	朱一成	工、電	南 京	南京鼓樓平倉巷六號

註冊號數	姓名	學會	何地會員	通信地址
二一六	尤佳章	工、電	杭州	中央航空學校
二一七	許寶良	電	杭州	中央航空學校
二一八	陳嘉祺	電	杭州	中央航空學校
二二二	林德昭	工、電	杭州	閘口滬杭路機廠
二三二	陳仿陶	工、電	杭州	杭州電廠
二三三	裘建謬	工、電	杭州	杭州電廠
二三八	戴紹曾	電	杭州	杭州電廠
二四〇	趙曾珏	工、電	杭州	浙江省電話局
二四一	張咸鎮	電	杭州	浙江省電話局
二四二	方賢齊	電	杭州	浙江省電話局
二四三	汪德成	電	杭州	浙江省電話局
二四五	許廣臣	電	杭州	浙江省電話局
二四六	陸尊周	電	杭州	浙江省電話局
二四八	汪世襄	電	杭州	浙江省電話局
二四九	嚴之環	電	杭州	浙江省電話局
二五〇	茅家玉	電	杭州	浙江省電話局
二六六	王國松	工、電	杭州	浙江大學工學院
二六七	張藕舫	工、電	杭州	浙江大學工學院
二七二	毛啓爽	工、電	杭州	浙江大學工學院
二七三	楊耀德	工、電	杭州	浙江大學工學院
二七四	吳錦慶	工、電	杭州	浙江大學工學院
二七五	沈乘魯	電	杭州	浙江省電話局
二八六	倪尙達	工、電	杭州	浙江大學
二九七	林廷通	電	杭州	杭州電廠
二九八	力巽山	電	杭州	杭州電廠

註冊號數	姓名	學會	何地會員	通 信 地 址
三一〇	李熙謀	工、電	上 海	暨南大學
三一—	胡瑞祥	工、電	南 京	交通部供應委員會
三一三	張問渠	工、電	蘇 州	蘇州大石頭巷十號
三一六	胡光廬	電	上 海	上海雷波路四〇號四〇三號
三一八	曹鳳山	工、電	上 海	暨南大學
三二三	鄭葆成	工、電	上 海	上海開北新民路京滬路上 上海電廠
三二五	李法端	工、電	南 京	鐵道部
三二八	顧毓琇	電	北 平	清華大學
三二九	張賁九	電	上 海	交通大學
三三一	蘇祖修	電	上 海	上海江西路三二三號亞美 公司
三三六	盧祖詒	電	天 津	南開大學
三三九	陳壽彝	工、電	南 寧	南甯電氣公司
三四一	徐恩第	工、電	上 海	上海華商電氣公司
三四八	倪 俊	工、電	北 平	清華大學工學院
三五〇	林海明	電	杭 州	浙江省電話局
三五—	楊孝述	工、電	上 海	科學圖書公司
三五八	劉晉鈺	工、電	上 海	開北水電公司
三六〇	葉允競	電	廬 山	中央陸軍軍官學校特訓班
三七四	周錦水	電(贊助)	上 海	華生電機製造廠
三八—	李開第	工、電	上 海	安利洋行
三九二	胡汝鼎	工、電	上 海	建設委員會電機製造廠
三九四	張惠康	工、電	上 海	東方年紅公司
三九五	阮寶傳	電		
三九六	周茲緒	工、電	上 海	上海電力公司
四三一	張行恆	工、電	紹 興	紹興電氣公司

## (七)中國電機工程師學會最近一年會務報告

(一)廿四年第一次年會情形 廿四年四月五日至七日日本會借上海交通大學舉行第一屆年會會務討論會二次，論文會二次，宣讀論文計十二篇，並參觀本埠電力公司及電氣製造廠等。

(二)董事會 本董事會至本年度四月止，前後共計舉行會議十五次。每次會議紀錄，均已於本會會刊「電工」上公佈

(三)演講會 去年本會在上海舉行定期演講九次

第一次二月念五日惲蔭棠先生演講「電氣供給事業之展望」

第二次三月念五日梅猶氏 (Mr. Miles) 演講「A旋轉式自動電話」

第三次四月念九日費立氏 (Mr. Pharis) 演講「工程之幾種經濟觀點」

第四次五月念七日徐學禹先生演講「中國電話近況」

第五次六月念四日張貢九先生演講「中國廿年來之工程教育」

第六次九月三十日莫登先生 (Moulton) 演講「無線電交通」

第七次十月二十八日沈盤銘先生演講「關北發電廠概況」

第八次十一月廿五日雷氏 (J. G. Wray) 演講「電話事業發展之經過」

第九次十二月三十日周琦先生演講「高壓瓷瓶之製造」

本年二月二十二日曾與中國工程師學會共同舉行演講會一次，請美國麻省理工大學傑克遜教授演講「工程教育」

(五)電工名詞審查 第一次董事會曾決議推聘會員楊肇燾、沈嗣芳、莊智煥、胡端行、毛啓爽、壽俊良、倪尙達、張承祜、楊孝述、顧毓琇、惲震等十一人，為電工名詞審查委員會委員，繼教育部聘請中國工程師學會及本會擔任審查電工名詞工作，乃由本會及中國工程師學會共同推聘周琦、顧毓琇、張廷金、薩本棟、裘維裕、張承祜、壽彬、包可永、趙曾瑛、陳章、鮑國寶、惲震、劉晉鈺、李承幹、楊孝述、楊肇燾等十七人，為審查委員，後主任委員惲震，因電工分類綦繁，原聘十七人不足代表電工分類之

全部，乃復議決增聘潘履潔、莊前鼎、康清桂、陶鳳山、黃修青五人，為委員會合為二十二人，在上海各委員每星期會合審查二次，經七月之久，電工普通名詞部份，不久即可竣事。尚有電力電信及電化三部名詞，須繼續審查。

(六) 電工技術委員會 國際電工技術委員會於一九〇八年成立，其目的為聯絡各國電工學會研究電工名詞與符號之統一，及電工機械儀器額量標準等問題，現各國成立分會加入國際委員會者，已有英、美、德、法日等三十國。本會鑒於該會工作之重要，爰於去年五月第八次董事會決議成立電工技術委員會中國分會時，以組織章程，未及擬定，故祇推定恽震、顏任光、顧毓琇、薩本棟、張廷金、趙曾珏、徐學禹、楊肇謙、孫國封、周琦、沈盤銘等十一人為委員，隨即由建設委員會代為咨請外交部派駐比公使館代辦凌其翰先生出席國際電工技術委員會，在北京舉行之執行部會議代表中國分會提出加入國際委員會之申請。該項申請于去年六月廿七日通過，准許中國分會加入國際委員會為委員，現在組織章程草案，已經董事會四次修正，不久即可公佈。惟每年應納國際委員會會費五十鎊至一百鎊。自中國分會正式加入國際委員會後，凡國際委員會印發之各項電工技術審查案件，均陸續接到，皆為極有價值之文件。

(七) 叢書編輯 電工叢書委員會由顧毓琇先生主持，已付印者有直流電機及電工原理二書。

(八) 會所 本會會所暫設于上海靜安寺路四一一號 去年中國科學社等二十四學術團體向南京市政府領地八畝，建築聯合會所，已經董事會決議參加。

(九) 會徽 徽章式樣經董事會多次討論決定，現已製成，經過通告各會員在案。

(十) 技術合作 上海西人組織之工程學會 (Engineering Society of China) 內分電機、土木、機械、三組，曾向本會及中國工程師學會建議聯

絡合作辦法，茲經決議：(甲)交換刊物。(乙)互請會員出席演講會。(丙)交換演講會員。(丁)交換會員名單，(戊)聯絡參觀等五項。下年度內並擬舉行會員工作展覽會以資聯絡。

### (八)中國電機工程師學會會務討論紀錄

時間：五月二十二日上午十時。

地址：浙江大學教室。

主席：張貫九

#### 決議事項：

(一)學生會員入會費應予免收，並將升級費自三元改收五元案。

議決：通過。

(二)函請各大學將每年畢業之電信電機學員，其姓名成績詳細住址，

開送本會俾有記錄，而便介紹案。

議決：交由董事會辦理。

(三)通告商辦電燈電話公司，遇有困難問題，可向本會通訊解釋，或介

紹技術人員設計改革案。

議決：交董事會辦理。

(四)本會每年應派員分赴各商辦電話電燈公司參觀，並擬具計劃，刊

登電工雜誌案。

議決：本案取銷。

(五)由本會聘請與國內電機工程事業及教育有關之專家，擬訂電機

工程系課程標準，建議國民政府教育部採用案。

議決：通過。

(六)擬請本會設立委員會研究發展電機事業之辦法，俾供政府及實

業界參考案。

議決：通過，交董事會辦理。



(七) 擬請本會設法促進獎勵電機學生注重研究案。

議決：通過，交董事會辦理。

(八) 擬請本會設法聯絡電機製造工廠及使用者，與學術機關合作研究案。

議決：修正通過。

(九) 由本會聯合設有電機工程科之各大學，函請中央庚款董事會等派遣留學生機關，設立電機工程公費生名額案。

議決：修正通過

(十) 擬請本會籌備電氣展覽會，以期發展電氣事業案。

議決：請董事會斟酌辦理。

臨時提案：

(一) 下屆年會仍與中國工程師學會合併舉行，但如遇困難，授權董事會酌量辦理案。

議決：通過。

(二) 推舉下屆司選委員會委員案。

議決：推定陳長源、楊耀德、鍾兆琳、毛啓爽、玉國松為下屆司選委員。

(三) 推舉查賬員案。

議決：推定周琦、陳祖光二人為查賬員。

### (九) 宣讀之論文

二感應電動機之串聯運用特性

顧毓琇 朱曾賞 徐 範 國立清華大學電機工程系

二感應電動機之串聯運用實驗

嚴 峻 婁爾康 國立清華大學電機工程系

國立清華大學二十五萬伏高壓實驗室

顧毓琇 婁爾康 國立清華大學電機工程系

試製感應電動機之經過

章名濤 范崇武 國立清華大學電機工程系

電網絡參數互變之實例

李郁榮 張思侯 國立清華大學電機工程系

電話增音機

朱一成 沈秉魯 黃如祖

杭州電氣公司開口發電廠三年來改進概要

陳仿陶 杭州電氣公司總工程師

乾電池放電計算及試驗新法

胡汝鼎 建設委員會電機製造廠

高壓線路瓷瓶之製造及應用

周琦 益中電機製造廠工程師

我國無線電廣播網之芻議

徐學禹 交通部上海電話局長

施行標準及規定型式

徐學禹 交通部上海電話局長

(十) 收 支 報 告

民國二十五年五月十五日止

裴維裕

收項	元
入會費 (七十三人每人五元, 學生會員一人二元)	國幣 367.000
常年會費 (六十人每人五元, 學生會員一人二元)	302.000
永久會費 (四人每人五十元, 一人四十五元)	245.000
(四人每人二十五元, 一人五元)	105.000

證書費	2.000
息金(上海銀行存摺 1052 號)	23.180
年會盈餘	95.950
各廠公宴傑克遜教授盈餘	2.700
代管印刷傑克遜教授演講集費	228.020
上年結存	1,481.450
	國幣 2,852.300

共收

## 支項

付款	1,168.335
銀行存款(上海商業儲蓄銀行活期儲蓄簿第 1052 號)	1,195.530
(上海銀行愚園路分行支票簿 B.2704927 號 及四月卅日結單)	475.510
現金	12.875
	國幣 2,852.300

共支

查賬員 周 琦 陳祖光

二十五年五月二十七日 查訖

## 入 會 費

收據號數	國幣	元	收據號數	國幣	元
祁玉麟 (1080)	5.000		李法端 (1096)	5.000	
潘承誥 (1081)	5.000		陳嘉寶 (1097)	5.000	
丁舜年 (1082)	5.000		夏祥惠 (1098)	5.000	
劉晉鈺 (1083)	5.000		楊家祿 (1099)	5.000	
張寶桐 (1085)	5.000		陳長源 (1100)	5.000	
江人龍 (1086)	5.000		林廷通 (1101)	5.000	
鄭葆成 (1087)	5.000		裘建諤 (1102)	5.000	
諸葛恂 (1088)	5.000		方巽山 (1103)	5.000	

李開第 (1089)	5.000	陳瑞忻 (1104)	5.000
張承祐 (1090)	5.000	陳章 (1105)	5.000
莊漢開 (1091)	5.000	方祖同 (1106) [學生會員]	2.000
陳祖光 (1092)	5.000	陳育麟 (1107)	5.000
王正基 (1093)	5.000	高遠春 (1108)	5.000
毛啓爽 (1094)	5.000	馮家鏗 (1109)	5.000
李福基 (1110)	5.000	洪傳炯 (1137)	5.000
劉芳淑 (1112)	5.000	鄒忠曜 (1138)	5.000
溫毓慶 (1113)	5.000	林津 (1141)	5.000
王馨吾 (1114)	5.000	杜德三 (1142)	5.000
張德慶 (1115)	5.000	王子星 (1144)	5.000
任家昆 (1116)	5.000	汪德成 (1145)	5.000
王文法 (1117)	5.000	茅家玉 (1146)	5.000
陳佐鈞 (1118)	5.000	陳三才 (1148)	5.000
陳德坤 (1119)	5.000	胡幼亭 (1150)	5.000
王聖揚 (1120)	5.000	徐仁鏞 (1151)	5.000
王許 (1121)	5.000	徐衍澤 (1152)	5.000
龍純如 (1123)	5.000	吳玉麟 (1153)	5.000
高超 (1124)	5.000	趙平 (1154)	5.000
汪經鎔 (1125)	5.000	陳樹人 (1155)	5.000
方希武 (1126)	5.000	郁秉堅 (1156)	5.000
曹竹銘 (1127)	5.000	朱瑞節 (1157)	5.000
李漢傑 (1128)	5.000	朱寶華 (1159)	5.900
朱汝梅 (1129)	5.000	費福壽 (1160)	5.000
薩本棟 (1130)	5.000	陳秉鈞 (1161)	5.000
康寶煌 (1131)	5.000	鄭冠雄 (1162)	5.000

謝公威 (1132)	5.000	沈肇淵 (1163)	5.000
張令鏘 (1133)	5.000	徐學禹 (1165)	5.000
錢尙平 (1134)	5.000	共收國幣	367.000元
聶傳儒 (1135)	5.000		

## 常 年 會 費

收據號數	國幣 元	收據號數	國幣 元
祁玉麟 (1080)	5.000	方巽山 (1111)	5.000
潘承誥 (1081)	5.000	劉芳毅 (1112)	5.000
丁舜年 (1082)	5.000	王馨吾 (1114)	5.000
劉晉鈺 (1083)	5.000	陳佐鈞 (1118)	5.000
楊孝述 (1084)	5.000	陳德坤 (1119)	5.000
張寶桐 (1085)	5.000	王聖揚 (1120)	5.000
江人龍 (1086)	5.000	王 許 (1121)	5.000
鄭葆成 (1087)	5.000	龍純如 (1123)	5.000
諸葛恂 (1088)	5.000	汪經鎔 (1125)	5.000
李開第 (1089)	5.000	方希武 (1126)	5.000
張承祐 (1090)	5.000	曹竹銘 (1127)	5.000
莊漢開 (1091)	5.000	朱如梅 (1129)	5.000
陳祖光 (1092)	5.000	薩本棟 (1130)	5.000
王正基 (1093)	5.000	康寶煌 (1131)	5.000
毛啓爽 (1094)	5.000	謝公威 (1132)	5.000
陳嘉寶 (1097)	5.000	張令鏘 (1133)	5.000
夏祥惠 (1098)	5.000	錢尙平 (1134)	5.000
楊家祿 (1099)	5.000	聶傳儒 (1135)	5.000
陳 章 (1105)	5.000	林廷通 (1136)	5.000

方祖同 (1106) [學生會員]	2.000	洪傳炯 (1137)	5.000
高遠春 (1108)	5.000	鄒忠曜 (1138)	5.000
馮家錚 (1109)	5.000	林 津 (1141)	5.000
王子星 (1144)	5.000	陳樹人 (1155)	5.000
汪德成 (1145)	5.000	朱瑞節 (1157)	5.000
茅家玉 (1156)	5.000	朱寶華 (1159)	5.000
方巽山 (1149) [二十五年]度	5.000	費福燾 (1160)	5.000
胡幼亭 (1150)	5.000	陳秉鈞 (1161)	5.000
徐仁鏐 (1151)	5.000	鄭冠雄 (1162)	5.000
徐衍澤 (1152)	5.000	沈肇淵 (1163)	5.000
吳玉麟 (1153)	5.000	曹竹銘 (1164) [二十五年]度	5.000
趙 平 (1154)	5.000	共收國幣 302.000元	

## 永 久 會 費

### (甲) 已繳全數者

收據號數	國幣 元
溫毓慶 (1113)	50.000
(1122)	
阮寶傳 (1147)	50.000
曹鳳山 (1158)	45.000
李福基 (1110)	50.000
(1143)	
徐學禹 (1165)	50.000
共收國幣 245.000元	

[合二十四年度所繳常年會費 5 元 (收據 1042)  
永久會費已繳清]

### (乙) 已繳一部份者

陳長源 (1100)	5.000
陳育麟 (1107)	25.000
郁秉堅 (1156)	25.000

[合二十四年度所繳常年會費 5 元 (收據 1055)  
永久會費已繳三十元]

蘇祖修 (1139)	25.000
蘇祖國 (1140)	25.000
共收國幣	105.000元

## 支 付 款 項

		元
1. 張令鏞君三月份津貼	(24)	國幣 20.000
2. 中國旅行社	(25)	1.520
3. 郵費車費	(26)	160
4. 郵費	(27)	740
5. 信紙信封	(28)	11.500
6. 張惠康君代付各費	(29)	29.440
7. 南京學術團體聯合會所	(30)	150.000
8. 張令鏞君 <sup>四</sup> / <sub>五</sub> 月份津貼	(31)	40.000
9. 郵費車費	(32)	.080
10. 郵費車費	(33)	.300
11. 商務印刷所印刷費	(34)	15.500
12. 打字用蠟紙	(35)	3.200
13. 拷貝紙	(36)	330
14. 利太印刷所印刷費	(37)	12.000
15. 張惠康君代付各費	(38)	18.150
16. 中國景泰藍公司製會針(第一次)	(39)	50.000
17. 張令鏞君七月份津貼	(40)	25.000
18. 張令鏞君五月份津貼補 5 元 及六月份津貼	(41)	30.000
19. 張令鏞君九月份津貼	(42)	25.000
20. 照相費	(43)	22.400

		元
21. 銀行俱樂部	(44)	國幣 8.140
22. 商務印刷所印刷費	(45)	17.000
23. 普文印刷所印刷費	(46)	.800
24. 銀行俱樂部	(47)	4.200
25. 車費	(48)	.960
26. 中國景泰藍公司製會針(第二次)	(49)	15.000
27. 銀行俱樂部	(50)	5.540
28. 張惠康君代付各費	(51)	24.420
29. 張令鏞君十月及十一月津貼	(52)	50.000
30. 書櫥等	(53)	62.000
31. 銀行俱樂部	(55)	3.000
32. 銀行俱樂部	(57)	2.540
33. 繪章印務局	(58)	63.200
34. 張令鏞君十二月份津貼	(59)	25.000
35. 張惠康代付各款	(60)	16.820
36. 國際飯店	(61)	59.950
37. 中國景泰藍公司製會針(第三次)	(62)	150.000
38. 擊費車費	(63)	2.065
39. 筆墨車費	(64)	6.550
40. 張賢佐君廿五年三月份津貼	(65)	25.000
41. 本人代付各款	(66)	7.860
42. 銀行俱樂部	(67)	3.020
43. 張賢佐君四月份津貼	(68)	25.000

共支國幣 1163.365元



## 傑克遜教授招待費收支報告

收項	元
北洋工學院	國幣 100.000
南京首都電廠	500.000
杭州電廠管理處	500.000
中華教育文化基金董事會	200.000
上海交通大學	500.000
無錫建設委員會戚墅堰電廠	500.000
國立浙江大學	200.000
國立清華大學	500.000
國立中央大學	200.000
商辦關北水電股份有限公司	100.000
息金	.270
共收	國幣 3,300.270

支項	元
傑克遜教授旅費(二次)	國幣 3000.000
傑克遜教授等三人赴杭州旅費(李振吾君經手)[55] <sup>†</sup>	39 000
傑克遜教授等三人赴無錫旅費(李振吾君經手)[54] <sup>†</sup>	33.250
現存	228.020*
共支	國幣 3,300.270

<sup>†</sup> □ 係收據號數

\* 此款現由中國電機工程師學會保管, 作為印刷

傑克遜教授演講專集之用。

查賬員 周 琦 陳祖光

二十五年五月二十七日查訖

# 中國電機工程師學會入會志願書

1 姓名 ..... 字 ..... 籍貫 ..... 生於 ..... 年 ..... 月 ..... 日

## 2 學歷

畢業學校	學位	年份	科目

肄業學校 .....  
 在 ..... 專科習滿 ..... 年

## 3 經驗

所任工程事務	經 驗				總 計		負 責	
	自		至		年數	月數	年數	月數
	年	月	年	月				
共 計								

4 現在服務機關 ..... 職務 .....

永久通訊處 .....

現在通訊處 ..... 電話 .....

## 5 本人資歷由下開會員介紹證明(至少二人)

1 姓名 ..... 住址 .....

2 姓名 ..... 住址 .....

3 姓名 ..... 住址 .....

請求人簽名 .....

..... 年 ..... 月 ..... 日 住址 .....

# 中國電機工程師學會章摘要

## 第五條

本會會員分爲(一)會員  
(二)學生會員(三)贊助會員(四)名譽會員。

## 第六條

凡具有左列資格之一者，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會會員。(一)在國內外大學電機工程科畢業者(二)在國內外大學理科及其他工科畢業曾有二年以上電工服務經驗者(三)有六年以上電工經驗，內有三年係負責辦理工程事務，在學術上或事業上有相當成績者。

## 第七條

凡在大學電機工程科之學生，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會學生會員。

## 第八條

凡與電機工程界有關係之個人機關學校或其他學術團體贊助本會者，由會員五人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會贊助會員。

## 第九條

凡對於電工事業或電工學術有特殊供獻者，由會員廿人以上之推薦，經董事會全體之認可提交年會大會，經出席全體會員三分之二之通過，得由本會聘爲名譽會員。

## 第十條

會員有選舉權及被選舉權。  
• 學生會員贊助會員及名譽會員無選舉權及被選舉權。

## 第十一條

凡學生會員已達官員資格時，由本人具函聲請升級，並由會員二人之證明，經董事會審查通過，方得升級。

## 第十二條

本會會員之會費規定如左

名	稱	入會費	常年會費	永久會費	升級費
會員		五元	五元	五十元	
學生會員		貳元			三元
贊助會員	捐助		捐助		
名譽會員		免	免		

注意：新會員須繳入會費五元不願繳永久會費者每年須繳常年會費五元繳永久會費者無須另繳常年會費

## 入會須知

- 一 本志願書請用墨筆或墨水筆填寫。
- 二 本志願書填就後，送交本會，經審查合格者，即由本會正式通知，並填給證書。
- 三 新會員領取證書時，須繳入會費及證書印花稅一元。

會員

志願書號數  
收到日期  
審查結果  
級位  
通告日期  
證書號數  
會長簽字  
秘書董事簽字  
備註

# 中國電機工程師學會入會志願書



1 姓名 \_\_\_\_\_ 字 \_\_\_\_\_ 籍貫 \_\_\_\_\_ 生於 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

2 學歷

畢業學校	學位	年份	科目

肄業學校 \_\_\_\_\_  
 在 \_\_\_\_\_ 專科習滿 \_\_\_\_\_ 年

3 經驗

所任工程事務	經 驗				總 計		負 責		
	自		至		年數	月數	年數	月數	
	年	月	年	月					
共 計									

4 現在服務機關 \_\_\_\_\_ 職務 \_\_\_\_\_  
 永久通訊處 \_\_\_\_\_  
 現在通訊處 \_\_\_\_\_ 電話 \_\_\_\_\_

5 本人資歷由下開會員介紹證明(至少二人)

- 1 姓名 \_\_\_\_\_ 住址 \_\_\_\_\_
- 2 姓名 \_\_\_\_\_ 住址 \_\_\_\_\_
- 3 姓名 \_\_\_\_\_ 住址 \_\_\_\_\_

請求人簽名 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 住址 \_\_\_\_\_

# 中國電機工程師學會會章摘要

## 第五條

本會會員分爲(一)會員  
(二)學生會員(三)贊助會員(四)名譽會員。

## 第六條

凡具有左列資格之一者，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會會員。(一)在國內外大學電機工程科畢業者(二)在國內外大學理科及其他工科畢業曾有二年以上電工服務經驗者(三)有六年以上電工經驗，內有三年係負責辦理工程事務，在學術上或事業上有相當成績者。

## 第七條

凡在大學電機工程科之學生，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會學生會員。

## 第八條

凡與電機工程界有關係之個人機關學校或其他學術團體贊助本會者，由會員五人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會贊助會員。

## 第九條

凡對於電工事業或電工學術有特殊貢獻者，由會員廿人以上之推薦，經董事會全體之認可提交年會大會，經出席全體會員三分之二之通過，得由本會聘爲名譽會員。

## 第十條

會員有選舉權及被選舉權。學生會員贊助會員及名譽會員無選舉權及被選舉權。

## 第十一條

凡學生會員已達會員資格時，由本人具函聲請升級，並由會員二人之證明，經董事會審查通過，方得升級。

## 第十四條

本會會員之會費規定如左

名	別	入會費	常年會費	水久會費	升級費
會員		五元	五元	五十元	
學生會員		貳元	貳元		三元
贊助會員	捐助	捐助	捐助		
名譽會員		免	免		

注意：新會員須繳入會費五元不願繳永久會費者每年須繳常年會費五元繳永久會費者無須另繳常年會費

### 入會須知

- 一本志願書請用墨筆或墨水筆填寫。
- 一本志願書填就後，送交本會，經審查合格者，即由本會正式通知，並填給證書。
- 新會員領取證書時，須繳入會費及證書印花稅一元。

會員

志願書號數.....  
 收到日期.....  
 審查結果.....  
 審級.....  
 通告日期.....  
 證書號數.....  
 會長簽字.....  
 秘書董事簽字.....  
 備註.....

年 月 日

敬啓者茲**定閱**貴社出版之**電工**雜誌  
自第 卷第 號起至第 卷第 期止共  
期計大洋 元 角外加郵費 角 分  
一併匯上請將電工雜誌寄到下列地址爲  
荷此致

中國電工雜誌社經理先生

地址：一

年 月 日

敬啓者茲 擬在貴電工誌雜上訂登**全半**  
面廣告一份自第 卷第 號起至第 卷  
第 號止廣告費 元 角 分當於該刊  
出版後寄繳此致

中國電工雜誌社廣告主任

啓

# 廣告目錄

萊樂公司.....一

鉛業限有公司.....二

通用電器公司.....三

孔士洋行.....四

美昌洋行.....五

維昌洋行.....六  
謙信洋行

萬泰洋行.....七

怡和洋行.....八

M. A. N. Works.....九

天利洋行.....十

中國電器公司.....十一

大華科學儀器公司.....十二

益中機器公司.....十三

亞浦耳電器廠.....十四

西門子洋行.....十五

採辦指南.....十六

亞光公司.....底面

東方年紅公司.....封底面

國內採用  
萊樂鐵壳  
油開關之  
一部分用戶

上海法商電氣公司  
上海北水電公司  
南京首都電廠

**REYROLLE SWITCHGEAR**



ESTABLISHED BY  
28 YEARS OF SERVICE  
AND FURTHER PROVED BY  
3 YEARS  
OF CONTINUOUS SHORT-CIRCUIT TESTING

**STANDS FIRMER THAN EVER**

安全  
可靠  
佔地經濟

萊樂鐵壳油開關之特點

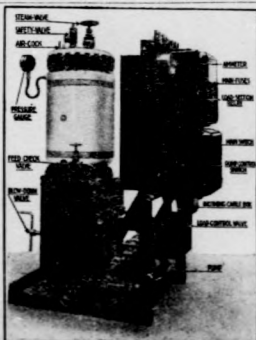
英商萊樂公司 A. REYROLLE & Co. LTD.

滬分行：九江路二十號  
電話--四三〇〇

欲于交流電路上得  
到效率高而調速均  
勻之動力者請用  
“HOLMES”

之

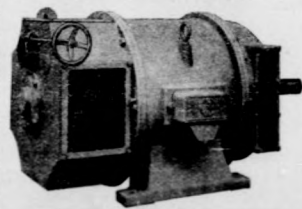
交流變速整流電動機



各種電熱器具

左圖係示—400伏3相  
120 磅之自備蒸汽產  
生器

冷水變成蒸汽  
僅需三分鐘



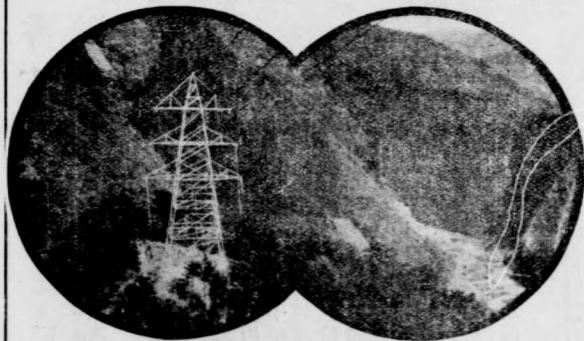
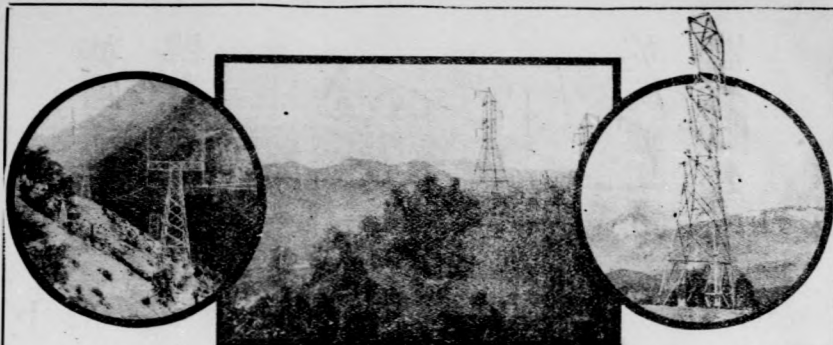


## 鋼心鋁線

因其可靠所以在各種氣候與地形之下均經採用研究此種照片時。請注意在加拿大印度與日本等多山國度中，此種鋼心鋁線所需越過之情形。

下圖示日本古河電氣工業株式會社二十一英里長之傳電線。所傳電流計六萬六千弗。電線架之距離普通為一三二英尺。其最大之距離，則為四四一九英尺。採用鋼心鋁線之結果。可減少重量三分之一，因兩電線架間之距離較長。架設費亦大可減低。

鋼心鋁線現在用於全世界者。長達六千萬英里以上。因其較之普通所用材料。一則重量減輕三分之一。二則堅強增多三分之一。其足抵抗鏽蝕之能力，其充分可靠與堅強之品質，以及低廉之架設費用。蓋使工程家不得不加以鄭重考慮焉。



— 詢請

鋁業有限公司

上海北京路二號  
上海郵政信箱一四三號

英國通用電

器有限公司



英國通用電

器有限公司

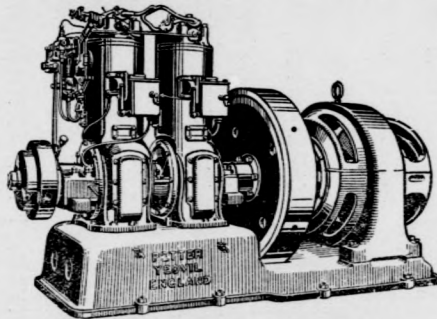
上海

寧波路二三至二七號  
郵政信箱第五〇七號

香港

皇后  
郵政信箱十五號

# PETTER OIL ENGINES



通用彼得牌柴油引擎發電機

通用彼得牌柴油引擎爲  
二衝程式經四十年之精  
進改造故材料精選耐用  
可靠開車簡便燃料節省  
久爲工程界所稱譽用以  
驅穀碾米屏水發電無不  
合宜引擎各部均經檢驗  
故馬力準確無力弱之弊  
發電機量自四分之三基  
羅瓦特起備有專門工程  
師備客諮詢樣本函索即  
奉

英國通用電器有限  
公司啓

分公司

天津  
大連

代理處

漢口

KUNST & ALBERS, SHANGHAI

上海 孔士洋行

機器部

四川路一一〇號 電話一八七三九

愛林電機

奧國最大愛林電機製造廠出品

及電發

各

種動電

電

機機機

電變水

銀

鈎壓整

流

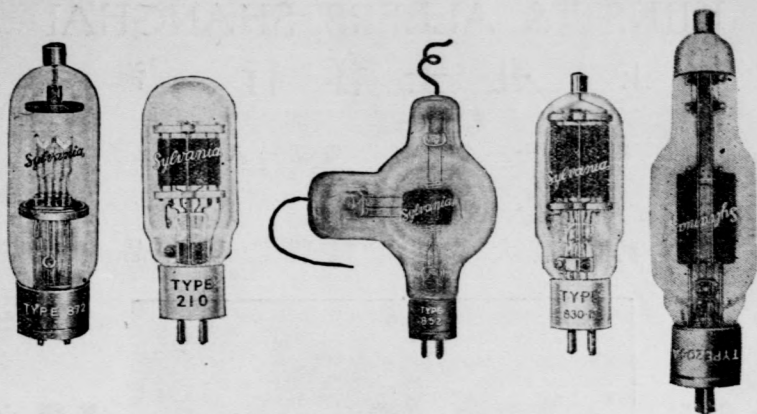
機器器



聲譽著 ● 價值低 ● 效率高 ● 壽命長

分 行

南京 漢口 香港 廣東 太原府 西安 蘭州



一九三六沙而文新貢獻。

能使：收音機發音清晰。  
收報機收程遠大。

HYGRADE  
*Sylvania*

UNITEO 發音真空管

普通式 210, 211, 245, 204, 851, 849,  
203, 838等

水冷式 207, 858, 863等

整流式 866, 892, 869等

沙而文  
無線電真空管



能使各種收音機  
發音更佳

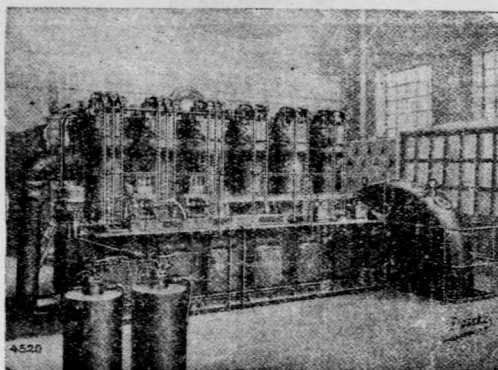
美商美昌洋行獨家經理

上海邁而西愛路三十號

電話七四九四 電報掛號一一一一

# DEUTZ DIESEL

德國道馳牌狄思爾引擎行銷中國久已馳名各大電廠採用尤夥敝公司並備大宗現貨供客選購如荷 惠顧無任歡迎



機電發接連擊引爾思狄式 VM 示圖上

德商  
謙信機器有限公司獨家經理

上海江西路一三八號

電話一三五九〇號

# SKF

瑞典國名廠出品

鋼珠軸領

羅勒軸領

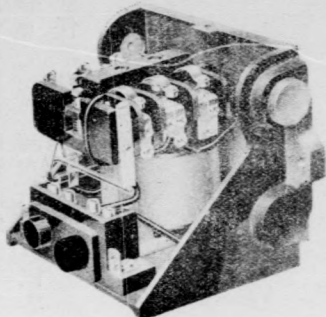
上海維昌洋行經理

江西路一七〇號

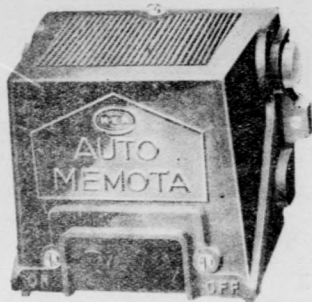
電話一一三三〇


**MEM**

## *“Auto-Memota” Direct Starting Switch*



(CLOSED)



(WITH COVER REMOVED)

Specially designed for A. C. Motors up to 2. H. P.-fitted with overload trips on three phases,

### SOME SPECIAL POINTS

1. The size is only  $6\frac{1}{2}'' \times 4\frac{3}{4}'' \times 5''$  overall.
2. All parts are readily accessible.
3. The whole interior can be removed in one piece by releasing two screws.
4. Contacts coated with pure silver, readily renewable.
5. Each phase has double break.
6. Overloads on 3 on 3 phass.
7. No volt release.
8. Can be arranged for remote control.
9. “Off” push-button (red) has greater projection than “On” button (green). In cases of emergency ther Eis no question of “which button to push.

STOCKS CARRIED

**INNISS & RIDDLE (CHINA) LTD.**

(Incorporated under the Hongkong Ordinances)

34 Yuen Ming Ynen Road

SHANGHAI.

# HENLEY CABLES

## 「亨利」牌電纜

承辦電氣傳動之

地線  
天線  
水線

全部設計

常備各種

橡皮線

鉛皮線

橡皮包布

鐵壳保險盒

編織線

花線

黑色包布

鐵壳開關

亨利商標 質料優越

經售處 英商怡和機器有限公司

上海 天津 漢口 香港 廣州 南京 青島



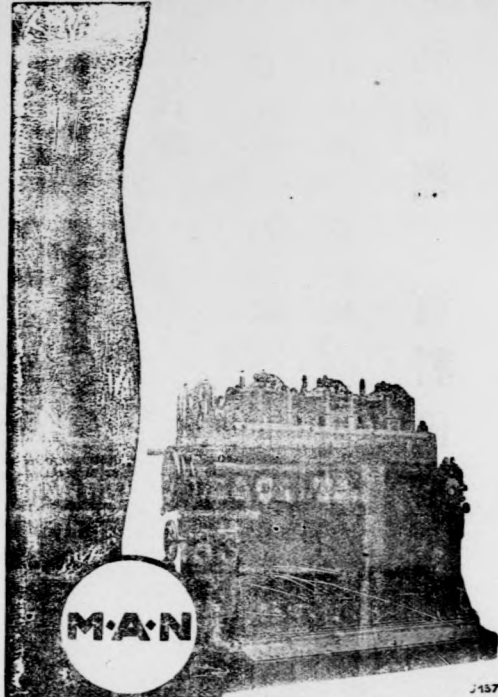
# M · A · N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NUERNBERG A. G.  
MECHANICAL INJECTION  
DIESEL ENGINES

## 孟阿恩無空氣注射帝賽柴油引擎

孟阿恩廠製造柴油引擎之成績

(一) 世界第一部帝賽柴油引擎出自孟阿恩



J-137

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NURNBERG A.G., WERK AUGSBURG

### KUNST & ALBERS, SHANGHAI.

Sole Agents for China

### 孔士洋行經理

上海四川路一百十號 電話一八七三九

分行：南京 漢口 哈爾濱

(二) 世界最大帝賽柴油引擎一萬五千匹馬力係孟阿恩式  
 (三) 世界最大馬達輪船三萬二千噸載重所用柴油引擎為孟阿恩式

機器鐵工鑄廠

喜望

橋梁機器公司

孟阿恩

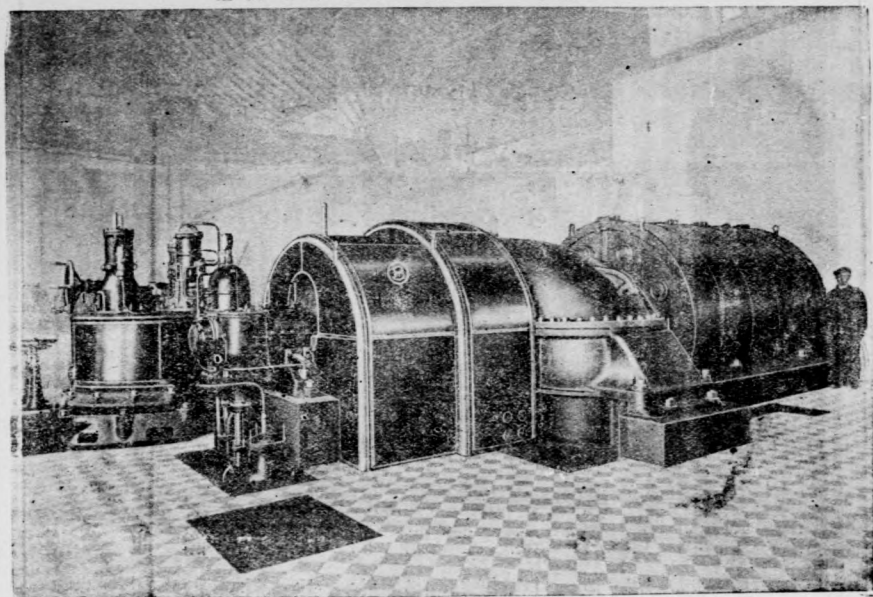


ERSTE BRÜNNER ENGINEERING  
MANUFACTURING CO., BRÜNN

愛思百樂納牌電汽機械製造廠  
德商天利洋行獨家經理

上海北京路356號

電話92344



上圖為一萬瓩單汽筒凝汽式蒸汽透瓶機  
Single Cylinder Condensing Turbine of 10,000 Kw.

長駐工程專家代客設計

備均所俱備

釀酒機器，碎石  
機器，製磚瓦機  
器，以及全廠設



承造蒸汽透瓶機  
關，蒸汽引擎蒸  
汽鍋爐，各種抽  
水器，製糖機  
器，榨油機器，

# 中國電氣股份有限公司

China Electric Company  
LIMITED

獨家經理

雷聲牌四柱真空管



他種真空管其  
管心祇有兩個  
支柱惟有雷聲  
牌其管心用四  
個支柱故其基  
礎堅固其管心  
之精細部份於  
其固定點不至  
有絲毫之動搖  
即遇攜帶不慎  
或經顛簸不易  
喪失其準確性

上海路二六九號  
天津路一〇五號  
廣州漢口  
總公司  
分公司

# 大華科學儀器公司

## CHINA SCIENTIFIC INSTRUMENT CO., LTD.

號二九六五一話電  
TELEPHONE  
No. 15692



號一三一路院物博海上  
131 MUSEUM ROAD  
SHANGHAI

### 大華出品

種類繁多 不盡詳載  
印目有錄 承索即寄  
掛電鐘



安培電表



裝座式電表

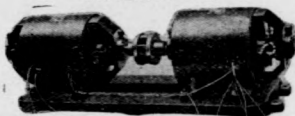


攜帶式電表



本公司精製電流電壓  
等電表及有線無線電  
報機件電動發電機并  
自造電鐘計時準確暨  
經理歐美各大工廠電  
器與科學儀器工廠機  
械如蒙惠顧竭誠歡迎

機電發動電



Exclusive Agents for

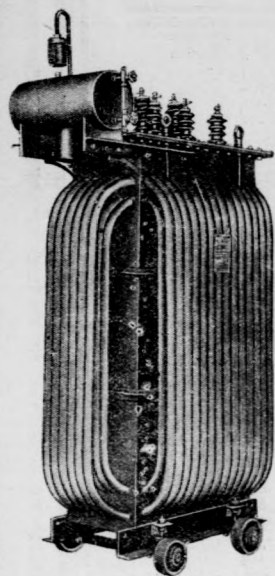
Westinghouse Electric International Company,  
General Radio Company, Cambridge A. Mass.  
Leeds & Northrup Company, Philadelphia. Pa.

U. S. A.  
U. S. A.  
U. S. A.

Importers of scientific instruments from makers of Europe and America.

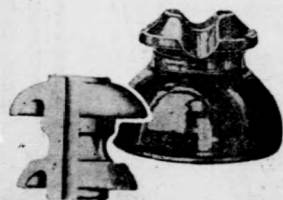
Let us know your requirements and we will quote you our best price.

# 益中福記機器公司出品



## 出品項目

- 各種變壓器 直流交流配電板
- 高低壓油開關 變壓器油濾清機
- 高低壓瓷瓶 各種電燈瓷料
- 高低保險鉛絲 電流限制表



上海電報 第一二第  
 福州路 掛製廠  
 事務所 二號 一廠  
 八四六一號 造浦霍  
 十四七〇 廠東必  
 九〇〇四 洋蘭  
 號八六四 涇路

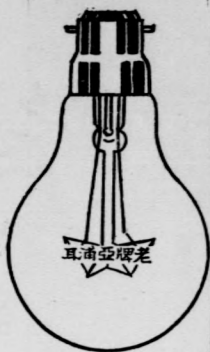
風大力足

美觀耐用



老牌國貨

亞浦耳



光足省電  
經久耐用

總事務所 上海遼陽路六十六號

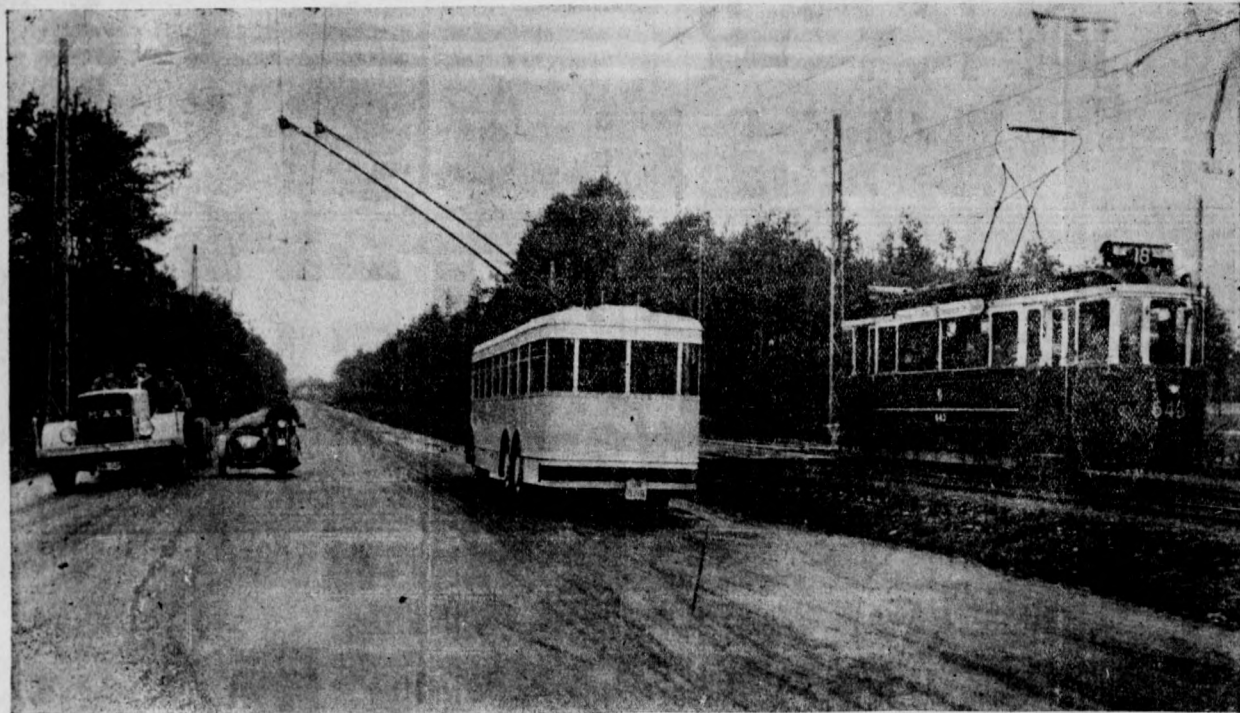
分製造廠

上海匯山路遼陽路口總發行所北京路三七四號

無線電報掛號

八八四〇號

德國西門子電機廠製造各種電車設備



上海江西路二百八十八號西門子電機廠

# 採辦 *Where to buy* 指南

1.	電池	BATTERY	美昌,萬泰,孔士,中國電氣,通用,鴻康,
2.	軸 領	BEARINGS	維昌,怡和,怡順昌,禮和
3.	電 纜 電 綫	CABLES & WIRES	中國電氣,怡和,西門子,維昌,通用,萬泰,天利,鴻康,銘業
4.	氣 壓 機	COMPRESSOR	怡和,萬泰,謙信,孔士
5.	電 鐘	ELECTRIC CLOCKS	西門子,萬泰,通用,禮和,天利,大華
6.	電 機	ELECTRICAL MACHINERY	維昌,怡和,鴻康,怡順昌,禮和,天利,西門子,通用,孔士,萬泰,中國電氣,亞浦耳,美昌
7.	升 降 機	ELEVATOR	萬泰,怡和,通用,
8.	引 擎	ENGINES	怡和,天利,維昌,孟阿恩,禮和,萬泰,通用,中國電氣,謙信,美昌,孔士
9.	工 程 設 計	ENGINEERING SERVICE	萬泰,謙信,中國電氣,大華,通用,美昌
10.	風 扇	FANS & BLOWERS	怡和,西門子,萬泰,通用,亞浦耳,謙信
11.	儀 器 電 表	INSTRUMENTS & METERS	中國電氣,怡和,天利,西門子,萬泰,謙信,通用,大華,美昌
12.	絕 緣 物 料	INSULATOR & INSULATING MATERIALS	孔士,亞光,萬泰,西門子,謙信,天利,怡和,中國電氣
13.	電 燈 電 料	LAMPS & ELECTRIC FITTINGS	東方年紅,亞光,通用,西門子,亞浦耳,萬泰,美昌
14.	機 器 工 具	MACHINE TOOLS	怡和,萬泰,天利,謙信,美昌,孔士
15.	動 力 廠 機 器	POWER PLANT EQUIPMENT	萬泰,維昌,怡和,孔士,謙信,美昌,西門子,通用,天利
16.	邦 浦	PUMPS	怡和,通用,謙信,禮和,萬泰,西門子,維昌,美昌,孔士
17.	無 線 電	RADIO	中國電氣,西門子,通用,美昌,大華,
18.	阻 電 器	RESISTOR & RHEOSTATS	怡和,西門子,萬泰,通用,謙信,中國電氣,美昌,孔士
19.	開 關 器 具	SWITCHING EQUIPMENT	怡和,西門子,萬泰,榮樂,通用,天利,中國電氣
20.	電 話 電 報	TELEPHONE & TELEGRAPHY APPARATUS	中國電氣,維昌,西門子,通用,美昌
21.	紡 織 機	TEXTILE MACHINERY	怡和,謙信
22.	變 壓 器	TRANSFORMERS	西門子,孔士,怡和,維昌,通用,萬泰,天利,中國電氣,美昌

# 電 工

民國十九年五月創刊

THE JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING  
CHINA

Founded May, 1930.

(Issued bi-monthly by C. I. E. E., 411 Bubbling Well Rd., Shanghai.)

## 編 輯 及 發 行 者

中國電機工程師學會

會 址 上海靜安寺路四一一號

### 編輯部

趙曾珏 顧毓琇 楊耀德  
鍾兆琳 恽震 楊肇燿  
王國松

### 經理部

張惠康 徐學禹 周玉坤  
胡瑞祥 陳良輔 李法端  
金龍章 倪松壽

### 廣告請寄

上海靜安寺路四一一號  
本會電工經理部

### 稿件請寄

杭州惠興路二四號  
電工編輯部

## 廣告價目表

Advertising Rates Per Issue

全 面	三十元
Full Page	\$30.00
半 面	二十元
Half Page	\$20.00

廣告概用白紙，繪圖刻圖工信另議

## 本 刊 定 價

零 售	每冊大洋三角
年 訂	每年大洋一五角 元

郵 費 國內每冊五分

國外每冊二角半

蒙古新疆及日本照國內

香港澳門照國外

印刷者：浙江省立圖書館印行所

Printer: The Printing Department of Chekiang  
Provincial Library



亞光製製造公司

國貨



首創

為建築界貢獻新材料

電木 電料品

電燈開關 大小扑落 美術電燈 扑落板  
電鈴浦司 扑落插座 電玉燈罩 開關板

本公司首創各種電木玉用品除上列電器用品  
外尚有各種精美日用品如電木玉碗盆杯碟熱  
水瓶等不下數百餘種

欲避免觸電及保障安全

六六一 電玉美術檯燈



請指明選用

亞光電木玉電料品

各大公司 均有出售  
各電料行

發行所——靜安寺路四一一號電話三五〇八五  
製造廠——普陀路一五三號電話三五六三二

中華郵政特准掛號認爲新聞紙類  
內政部登記證警字第二六一一號

# 東方

## 年紅電光公司

年紅燈是廣告利器！

電省 價廉

美觀 耐用

完全華商創辦

國府特許專利

承裝上海一埠年紅  
燈有二千餘家之多

總公司上海靜安寺路四一一號

電話 營業所 三五零八五  
製造廠 三五八三九

